

28eme congrès de Radiothérapie Tunisien

Sousse 2025

B
E
C
Q
U
R
E
L
BECQUEREL

Stéréotaxie cérébrale



Pr Sébastien Thureau

Département Radiothérapie et Physique Médicale - Médecine Nucléaire
Centre Henri Becquerel
Quant.IF - AIMS

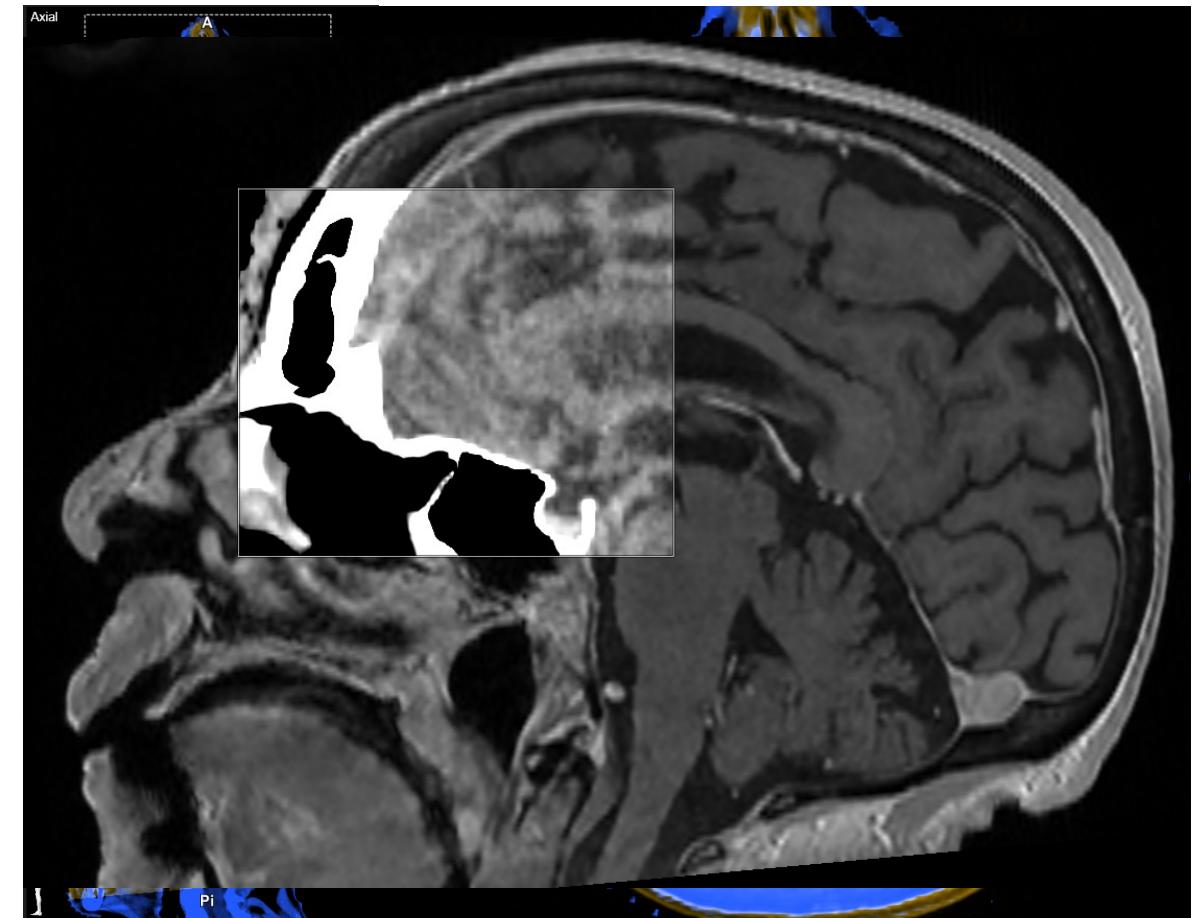


Liens d'intérêt

- **Congrès: Merck**
- **Réunions scientifiques: AMGEN, BMS, MSD, Lilly, ASTRA ZENECA, MERCK**
- **Boards scientifiques: ASTRA ZENECA**
- **Projets scientifiques: Brainlab, Varian**

Modalités

- ✓ TDM sans injection
 - ✓ Coupes fines 1.25 mm
- ✓ IRM
 - ✓ Ensemble du crâne
 - ✓ Sans et avec injection
 - ✓ T1 gado en coupes axiales 3D
 - ✓ T2 FLAIR
- ✓ Délai IRM-TDM
 - ✓ < 7 jours
- ✓ Si Post opératoire
 - ✓ IRM Préthérapeutique



✓ Recalage

- ✓ Faux du cerveau
- ✓ Ventricules

✓ Correction

- ✓ 6D

Modalités

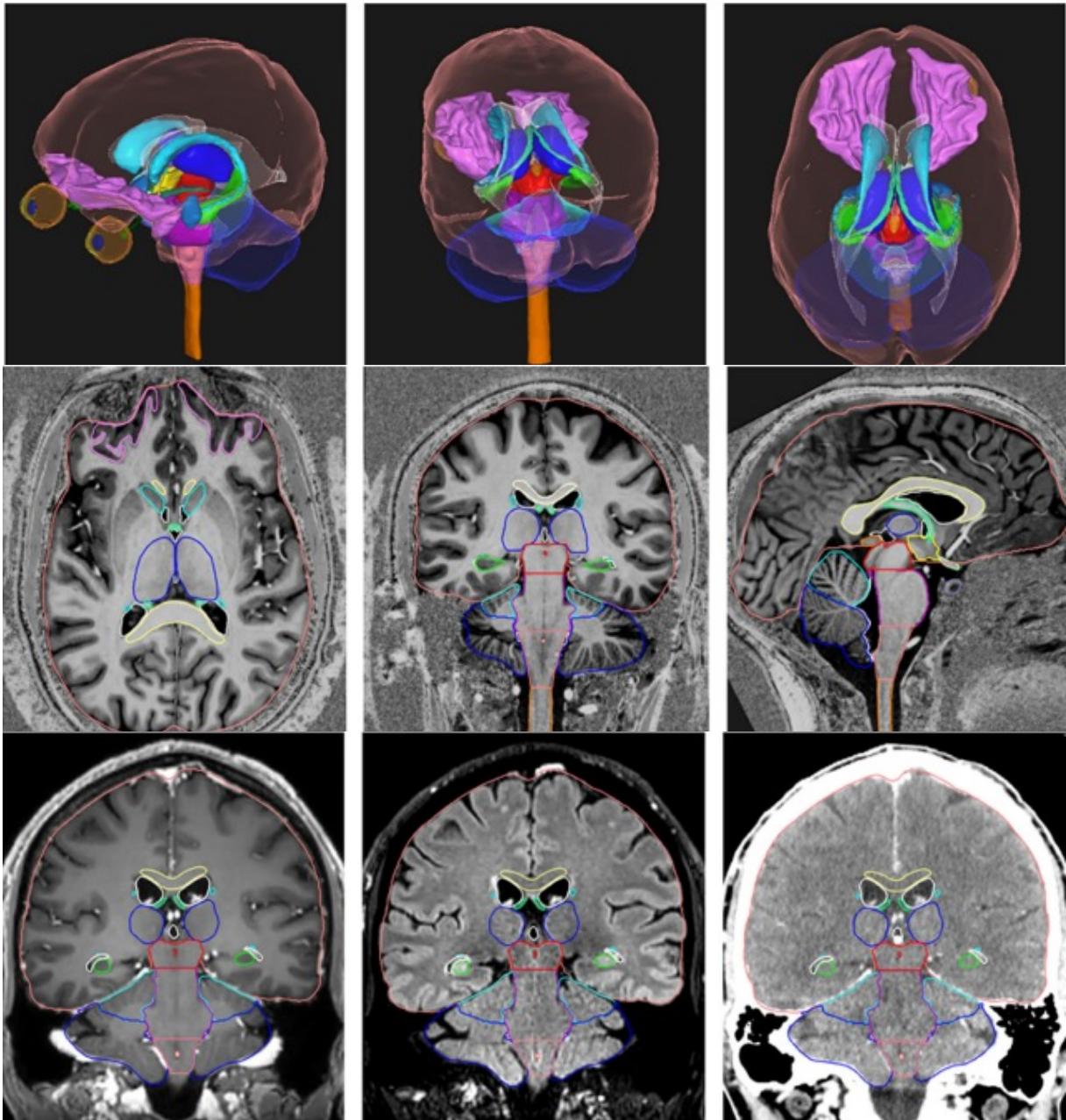
✓ Recommandations délinéations

✓ TDM sans injection

- ✓ Globe oculaires D et G
- ✓ Cristallin D et G
- ✓ Glande lacrymal D et G
- ✓ Nerf optique D et G
- ✓ CAI D et G
- ✓ Cochlée D et G
- ✓ Vestibules D et G
- ✓ Cerveau
- ✓ Tronc cérébral

✓ IRM

- ✓ Chiasma
- ✓ Hippocampe D et G
- ✓ Mésencéphale
- ✓ Bulbe
- ✓ Médulla Oblongata
- ✓ Lobe temporal D et G

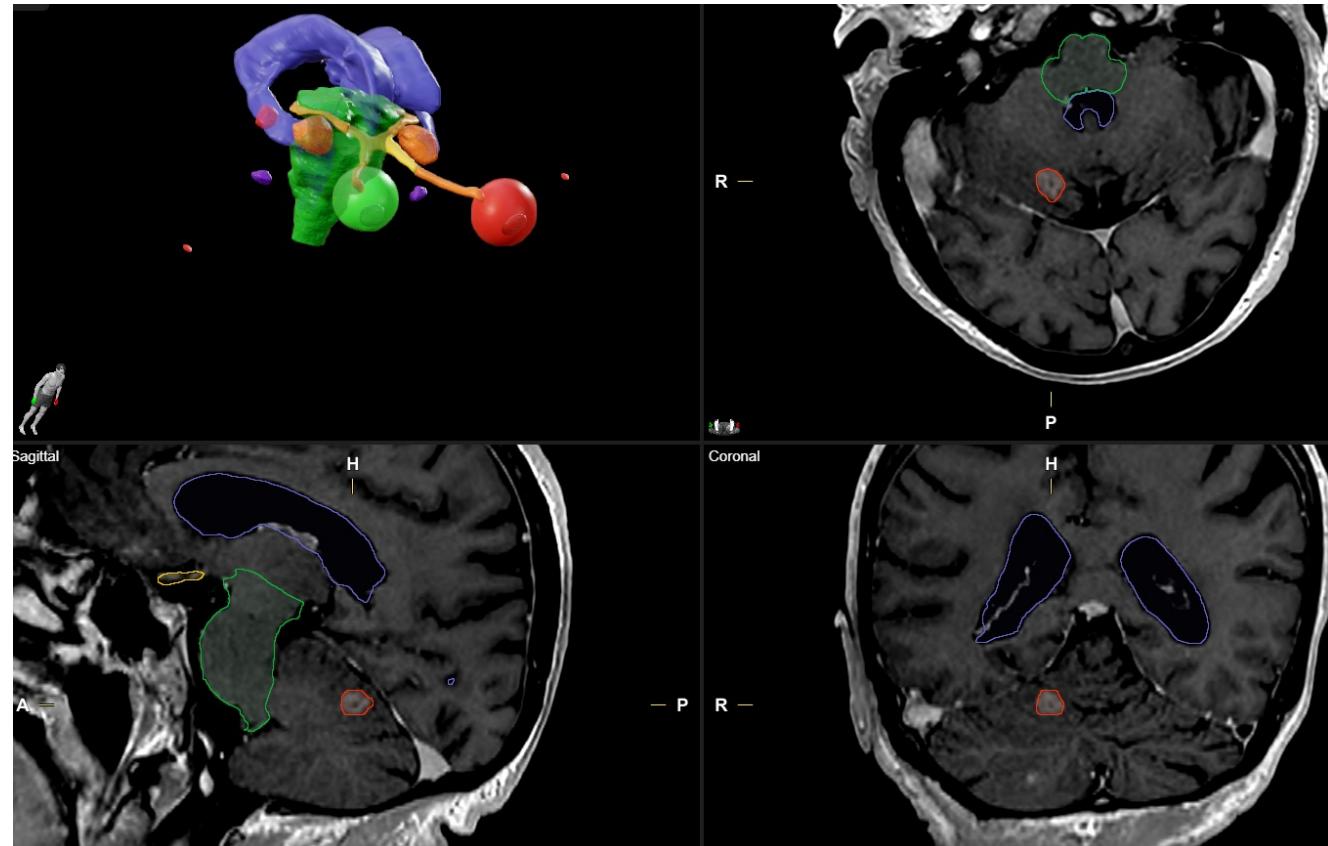


✓ GTV

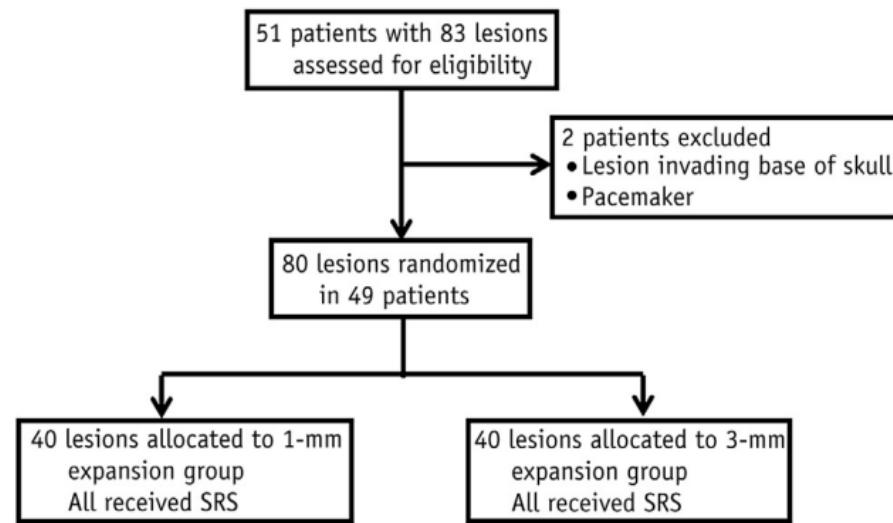
- ✓ Correspond à volume prenant le contraste sur les coupes de l'IRM en séquence T1 + gadolinium
- ✓ CTV = GTV
- ✓ Absence d'inclusion de l'œdème

✓ ICRU 91:

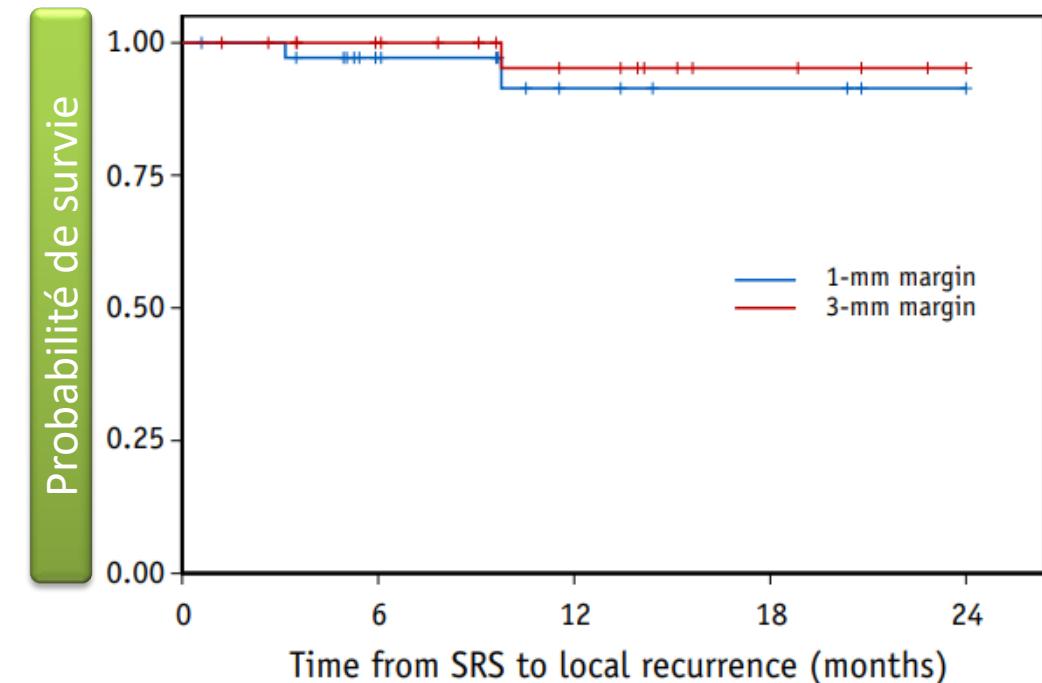
- ✓ «it is recommended that an unambiguous terminology corresponding to the GTV denomination be used.»
- ✓ GTV (r)NN-C-x-xx–
- ✓ N: abréviation: FR frontal, TE: temporal...
- ✓ C: côté: D: Droit, G: gauche, M: médian–
- ✓ x: n° de session
- ✓ xx: n° de métastase
- ✓ (r): récidive



Modalités



Characteristic	1-mm Margin (n=40)	3-mm Margin (n=40)	P
GTV, cc			.79
Median (range)	0.38 (0.02-9.50)	0.38 (0.02-5.65)	
PTV, cc			.0013
Median (range)	0.77 (0.07-13.0)	2.01 (0.22-12.8)	
PTV/GTV			<.0001
Median (range)	2.05 (1.35-17.1)	5.01 (2.20-26.3)	
V _{12Gy}			.0004
Median (range)	6.0 (1.51-29.6)	11.4 (3.93-30.8)	
Conformity index			<.0001
Median (range)	1.8 (1.4-2.9)	1.6 (1.3-1.8)	
Minimum dose to GTV, Gy			.0089
Median (range)	24.8 (14.8-26.7)	25.9 (14.4-27.2)	



Number at Risk	
1-mm margin	36
3-mm margin	33

✓ Le CTV doit inclure:

- ✓ La prise de contraste de la cavité opératoire sur l'IRM T1+ gadolinium
- ✓ Exclusion œdème
- ✓ Le trajet opératoire vu sur la TDM ou l'IRM

✓ Si la tumeur est en contact avec la méninge en préopératoire, le CTV doit inclure:

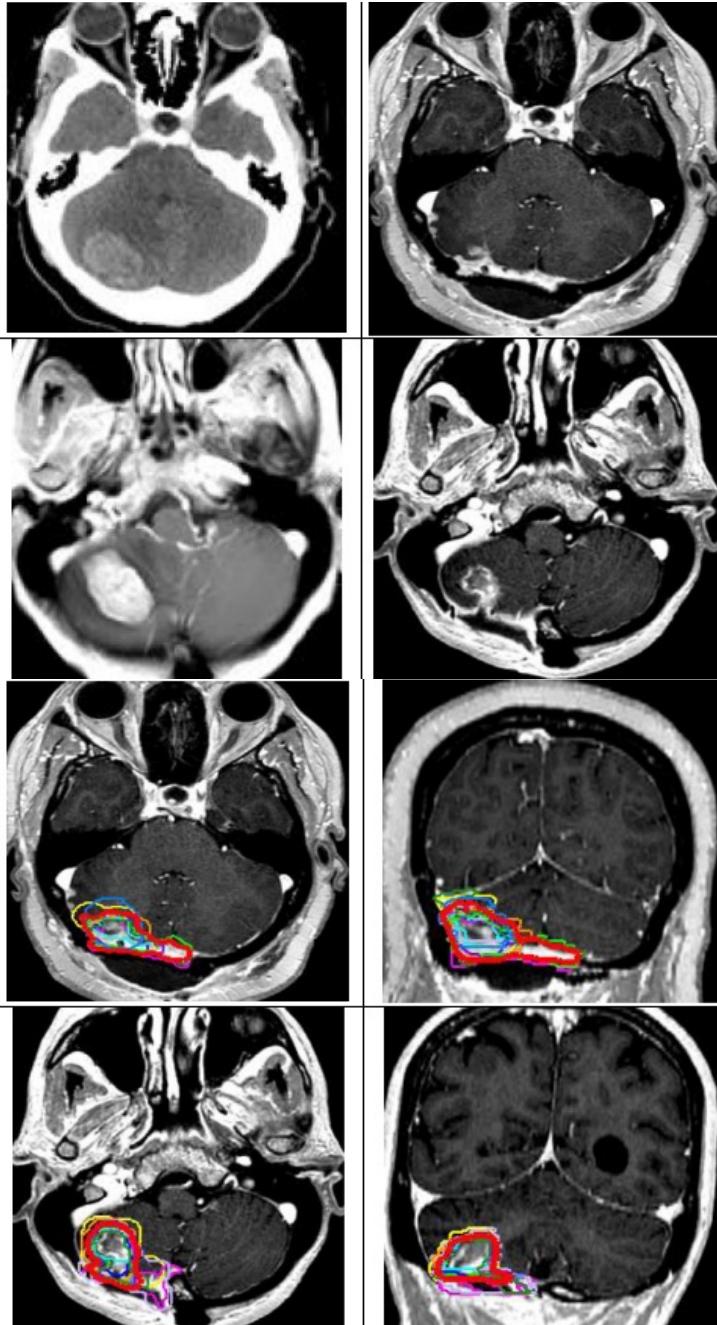
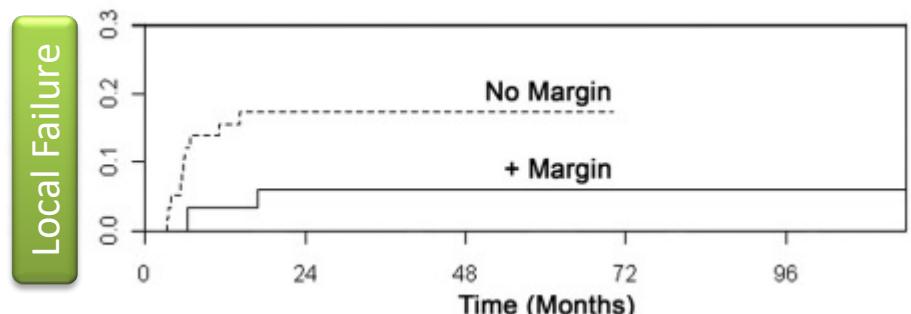
- ✓ une marge de 5-10 mm le long du volet osseux

✓ Si la tumeur est en contact avec un sinus veux en préopératoire, le CTV doit inclure:

- ✓ une marge de 1-5mm le long du sinus

✓ Si la tumeur est en contact de la dure-mère en préopératoire, le CTV doit inclure:

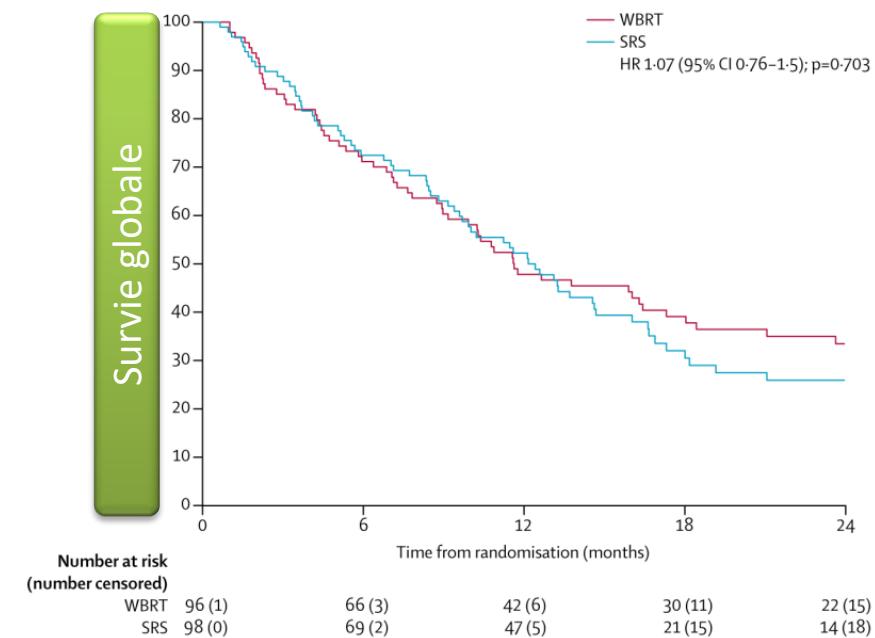
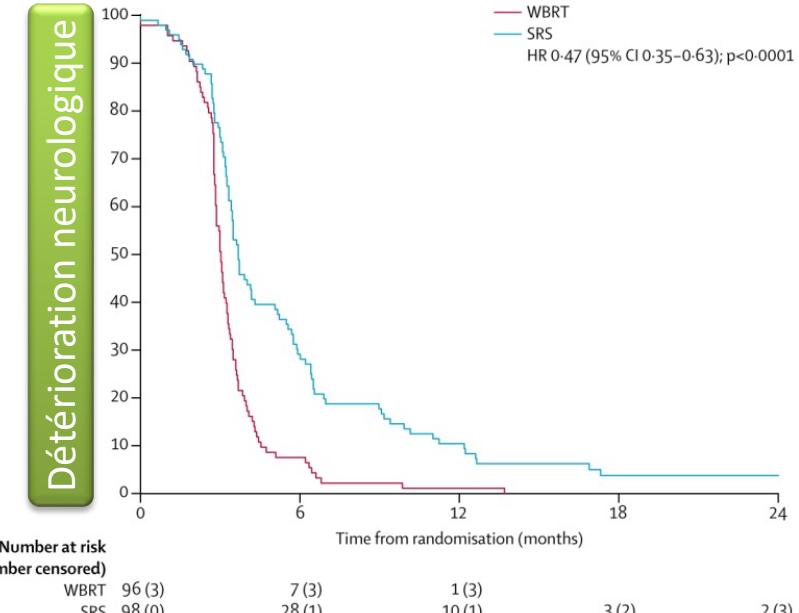
- ✓ la cavité de résection et ensemble du trajet chirurgical plus une expansion de 5-10 mm

✓ **Marge PTV 2 à 3 mm**

✓ Radiothérapie post chirurgie

- ✓ 194 patients
- ✓ SRS 12 à 20 Gy en 1 fraction
- ✓ 30 à 37.5 Gy en 10 à 15 fractions

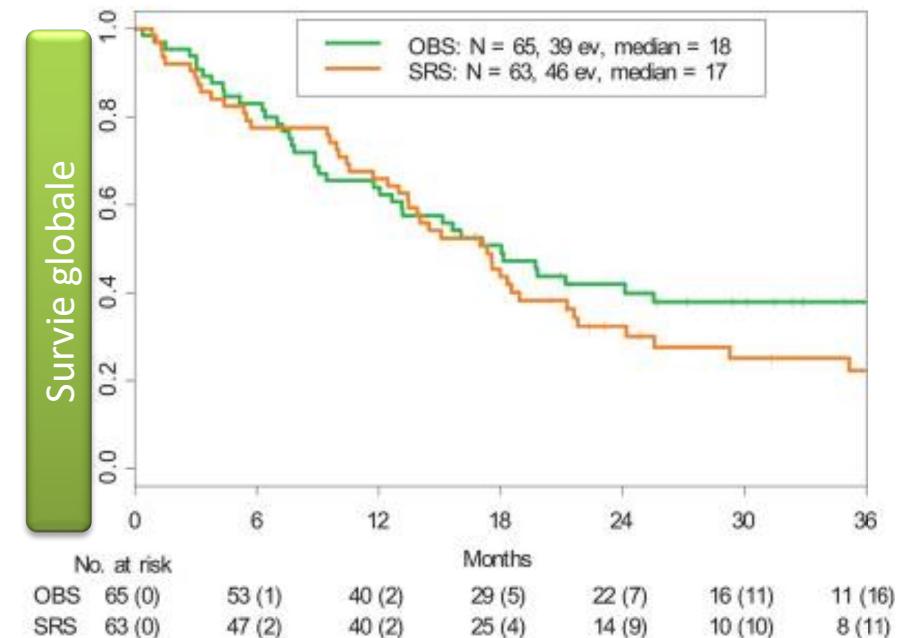
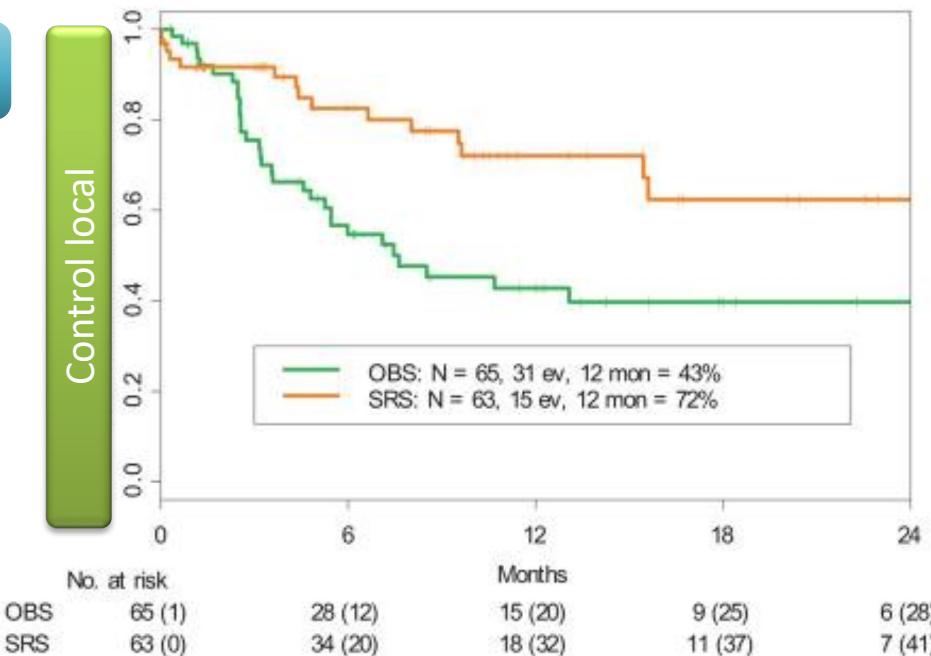
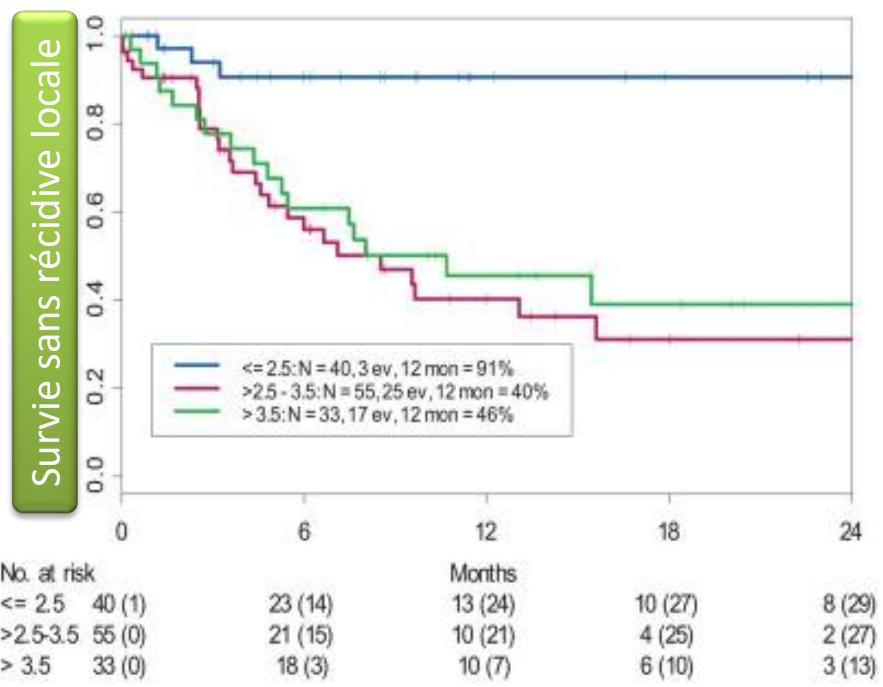
- ✓ Détérioration neurologique 3.7 versus 3 mois ($p < 0.0001$)
- ✓ A 6 mois: 52 versus 85% de détérioration neurologique

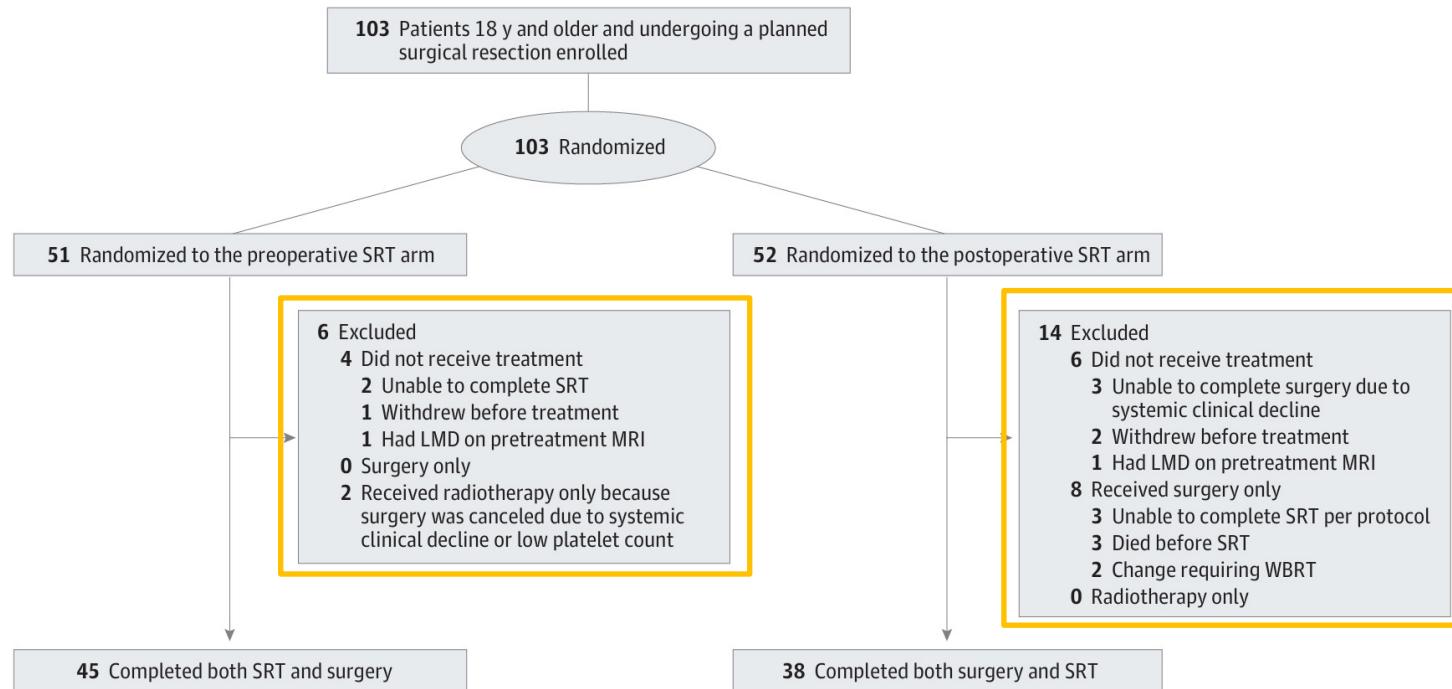


✓ SRS versus surveillance

- ✓ 132 patients
- ✓ SRS 12 à 16 Gy en 1 fraction

✓ Absence d'évaluation neurologique





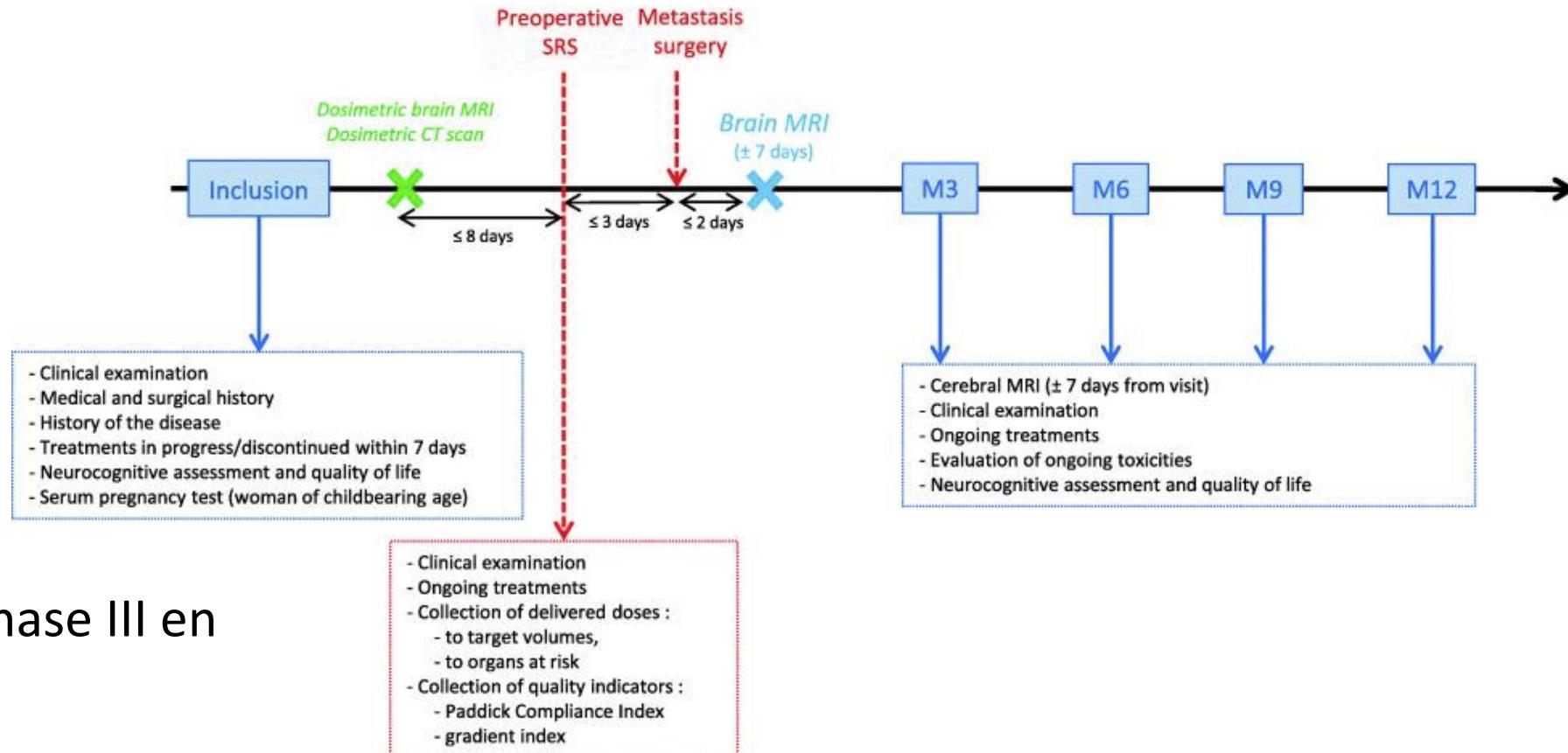
- ✓ Absence de différence de toxicité post opératoire ($p = 0,87$)
- ✓ Absence de donnée volume RTH
- ✓ 1 à 5 fractions
- ✓ 24 à 27Gy en 3 fractions

Time to therapy, median (range), d

Time from randomization to start of RT	13.0 (0-55)	6.0 (0-14)	32.5 (19-55)	<.001
Time from randomization to surgery	9.0 (1-31)	10.0 (4-31)	8.5 (1-29)	.06
Time between start of RT and surgery	14.0 (0-42)	6.0 (0-24)	22.0 (12-42)	<.001
Time from randomization to receipt of both RT and surgery	21.0 (4-55)	10.0 (4-31)	32.5 (19-55)	<.001

Modalités

STEP study



- ✓ 1 phase II en France, 1 phase III en attente ouverture
- ✓ Objectif: diminuer le taux de récidive leptoméningée (15 à 35%)

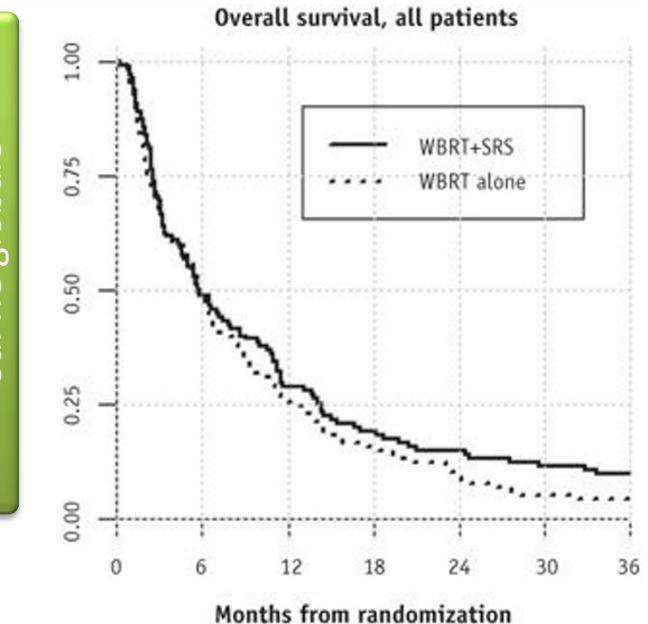
✓ EIT versus EIT plus SRS

1 à 3 lésions

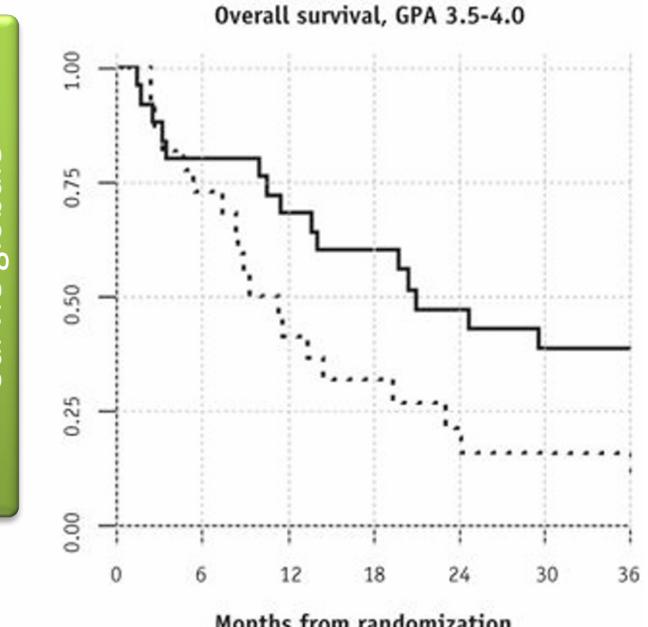
- ✓ 252 patients
- ✓ Tous types de primitifs mais majoritairement CBNPC

- ✓ Analyse selon le score GPA
 - ✓ Aspect bénéfique de la SRS pour les scores GPA haut
- ✓ Absence de données de la fonction neurologique

Survie globale



Survie globale



Résultats

RTOG 0320

✓ SRS versus SRS plus EIT

1 à 3 lésions

✓ 126 patients

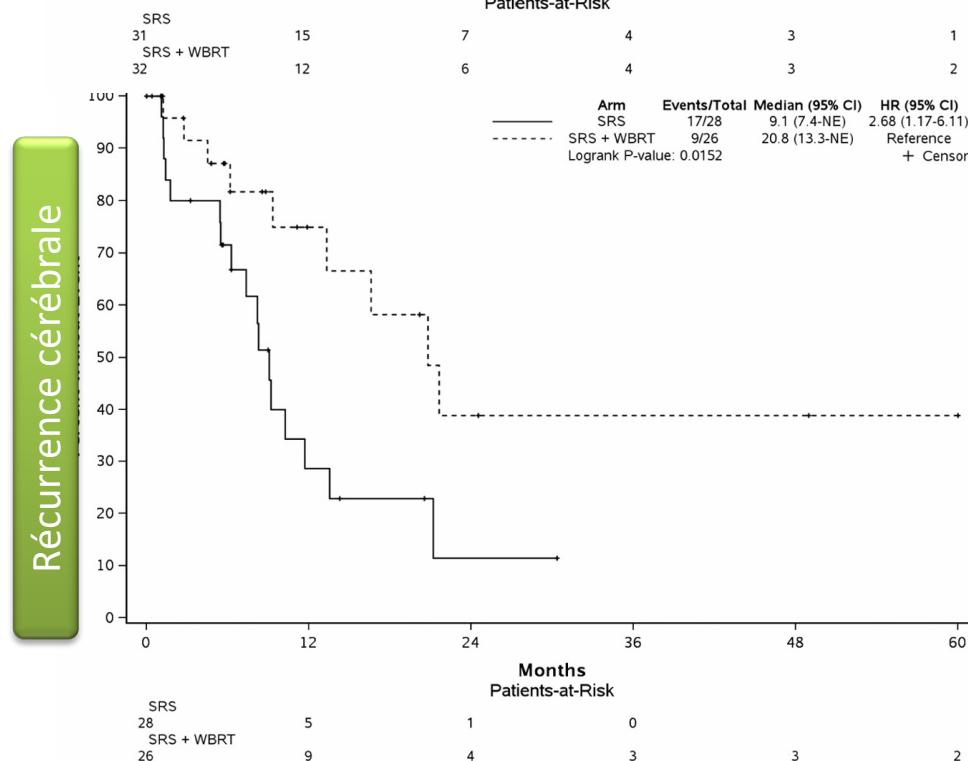
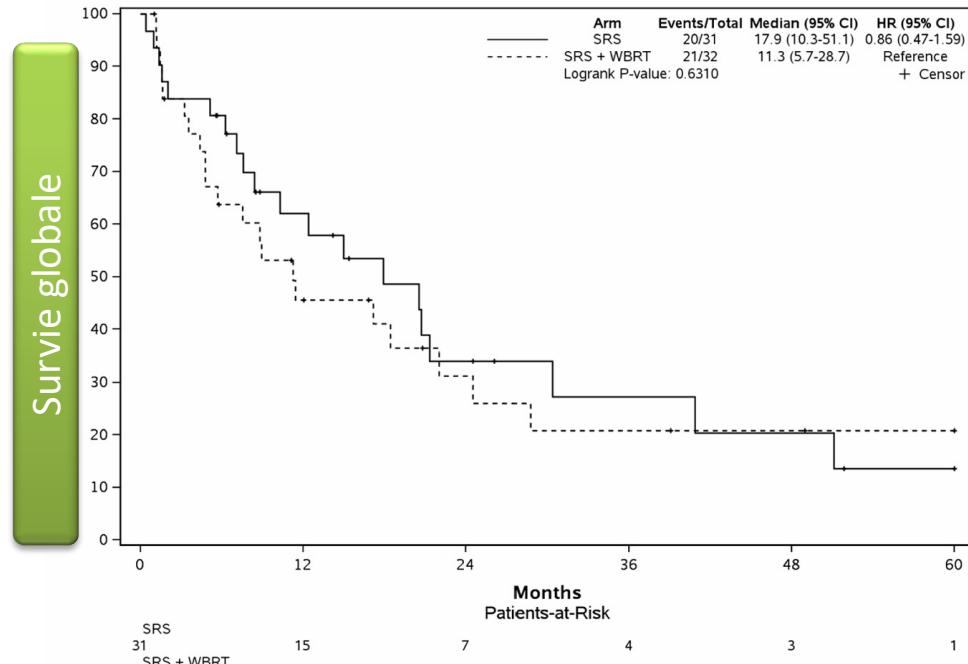
✓ CBNPC

✓ 1 à 3 lésions

✓ Absence de différence en SG

✓ Aspect délétère EIT chez patients avec DS-GPA < 2.0

✓ Absence de données de la fonction neurologique



Résultats

1 à 3 lésions

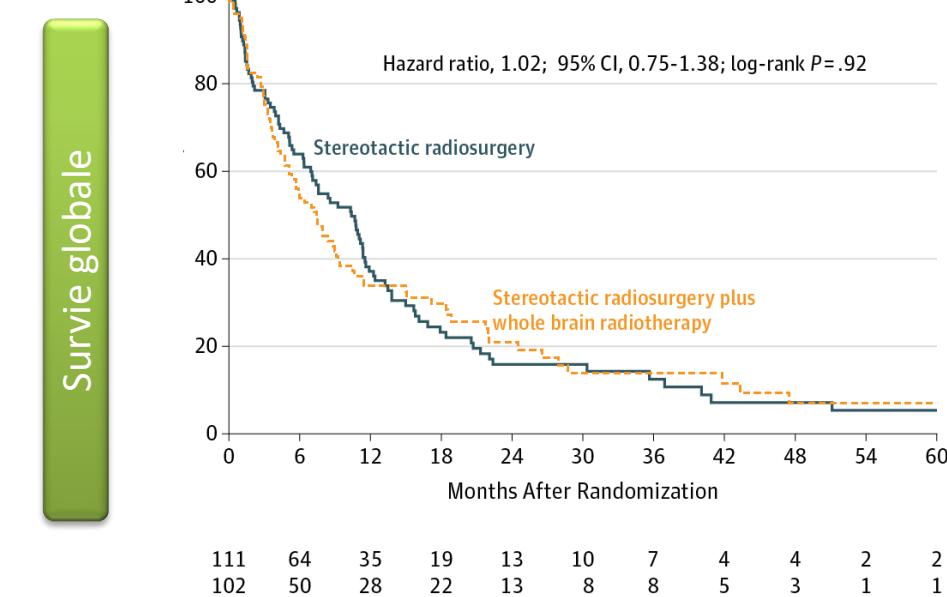
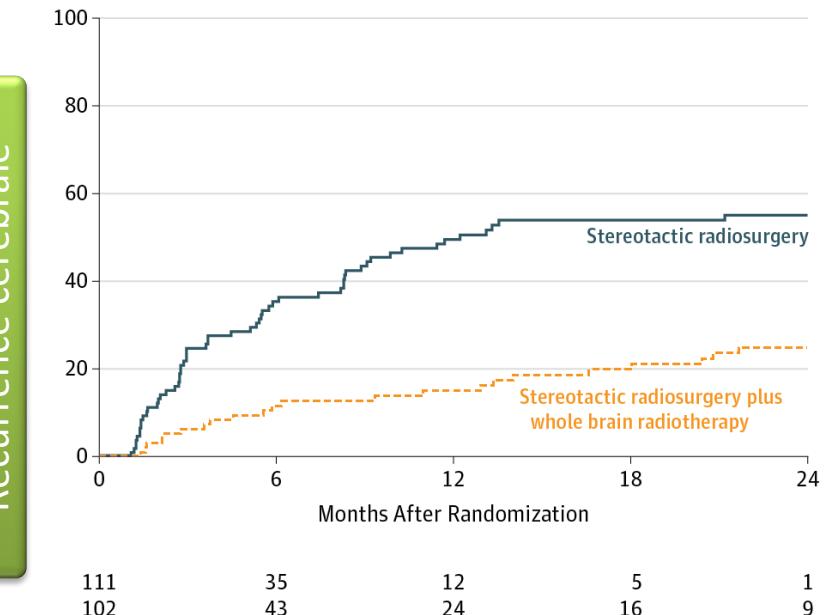
✓ EIT versus EIT plus SRS

- ✓ 252 patients
- ✓ Tous types de primitifs mais majoritairement CBNPC

✓ Evaluation neurologique

Change from baseline ^b				
HVLT-R				
Immediate recall				
Deterioration	5 (8.2)	14 (30.4)	22.2 (5.4 to 39.1)	.004
No deterioration	56 (91.8)	32 (69.6)		
Delayed recall				
Deterioration	12 (19.7)	24 (51.1)	31.4 (12.1 to 50.7)	<.001
No deterioration	49 (80.3)	23 (48.9)		
Recognition				
Deterioration	14 (22.6)	19 (40.4)	17.8 (-1.5 to 37.2)	.06
No deterioration	48 (77.4)	28 (59.6)		

Brown, JAMA, 2016



Résultats

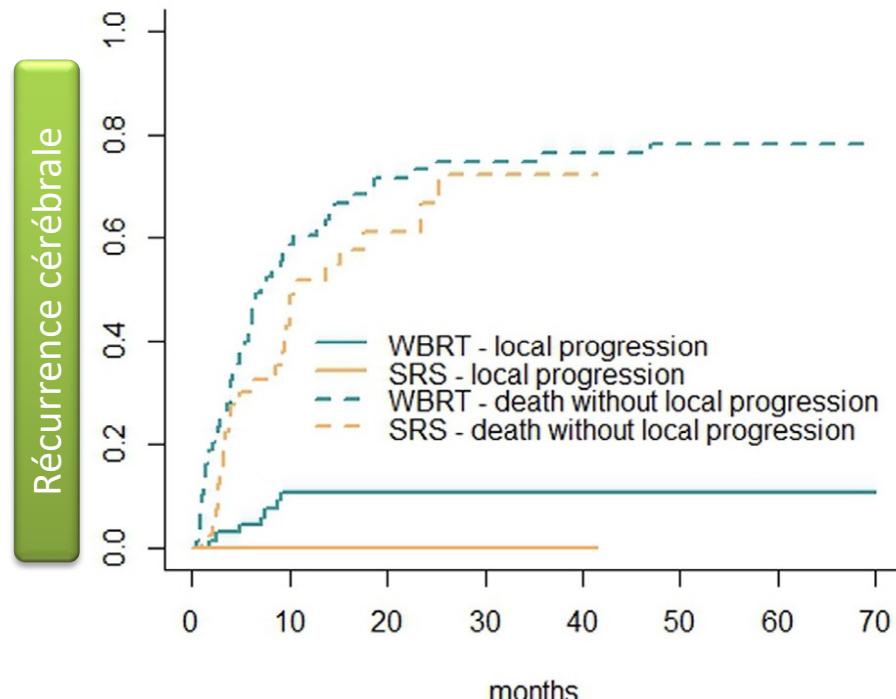
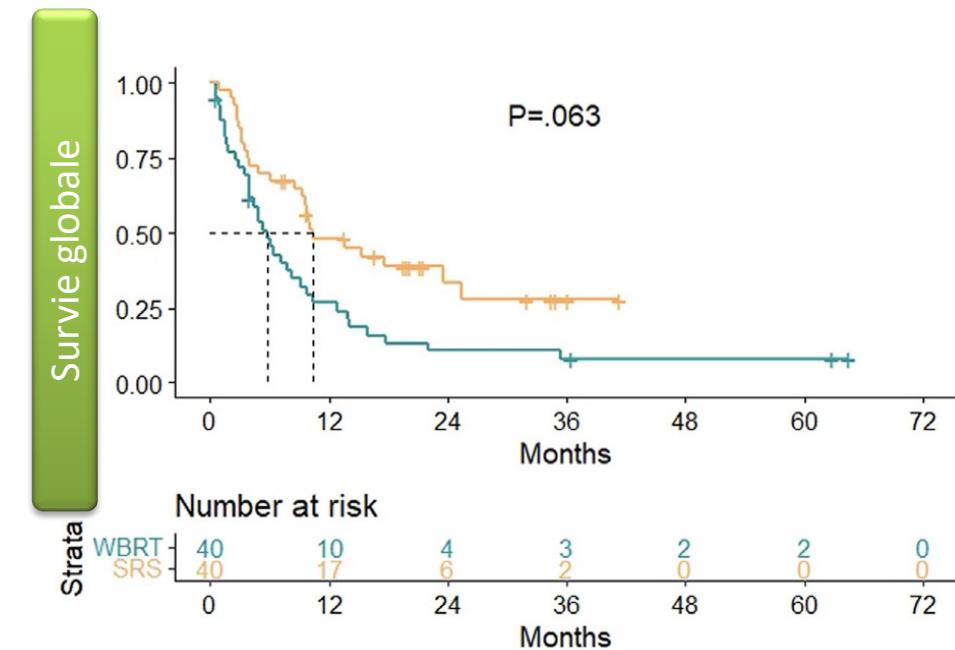
✓ EIT versus SRS

4 à 10 lésions

- ✓ 110 patients
- ✓ Tous types de primitifs mais majoritairement CBNPC

- ✓ Utilisation d'un score de propension

- ✓ Absence de données de la fonction neurologique



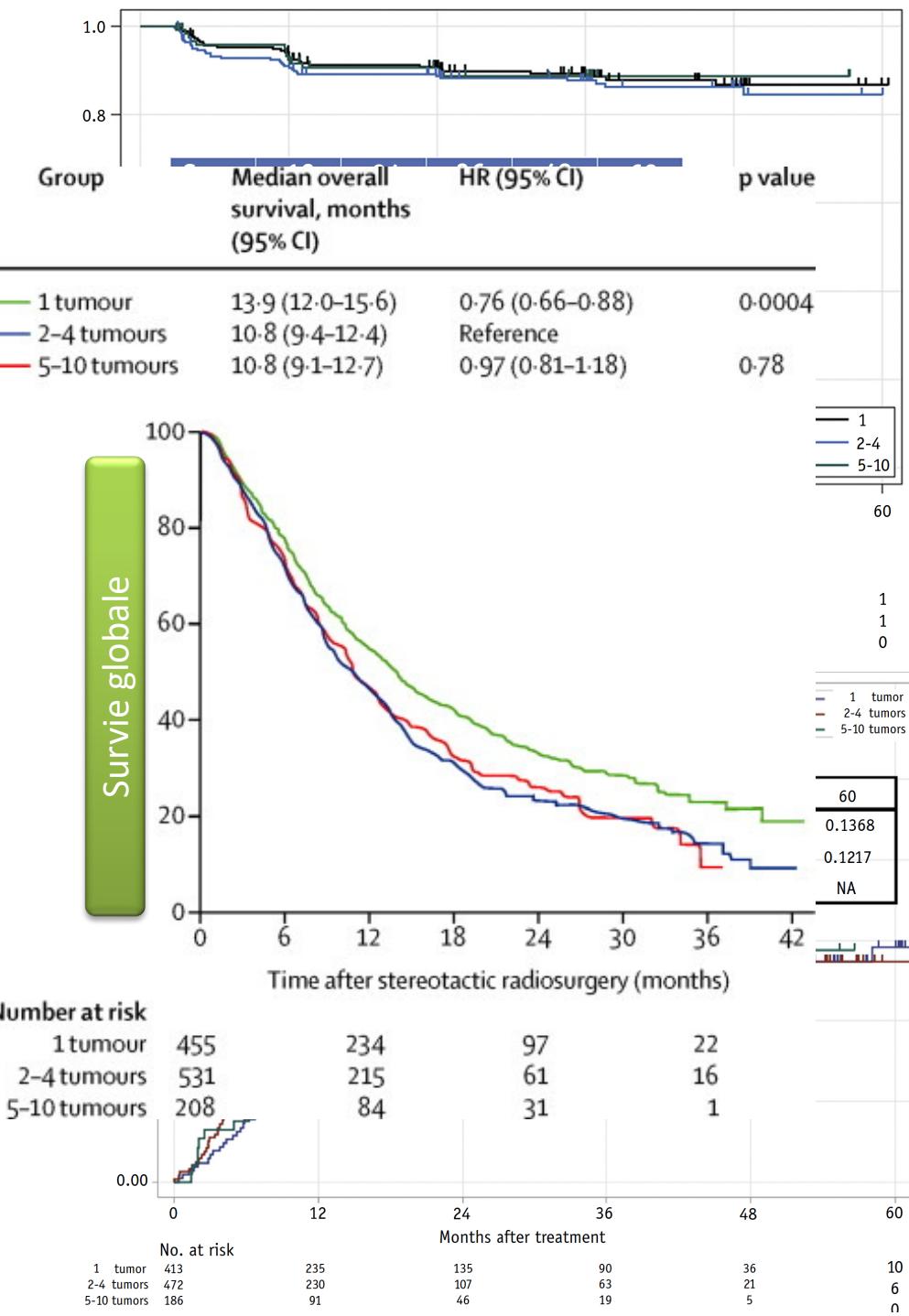
Résultats

Jusqu'à 10
lésions

- ✓ SRS selon le nombre de métastases
 - ✓ 1 versus 2-4 versus 5-10
- ✓ 1194 patients
- ✓ Majoritairement des cancers pulmonaires
- ✓ Evaluation MMS

Complications neurologiques

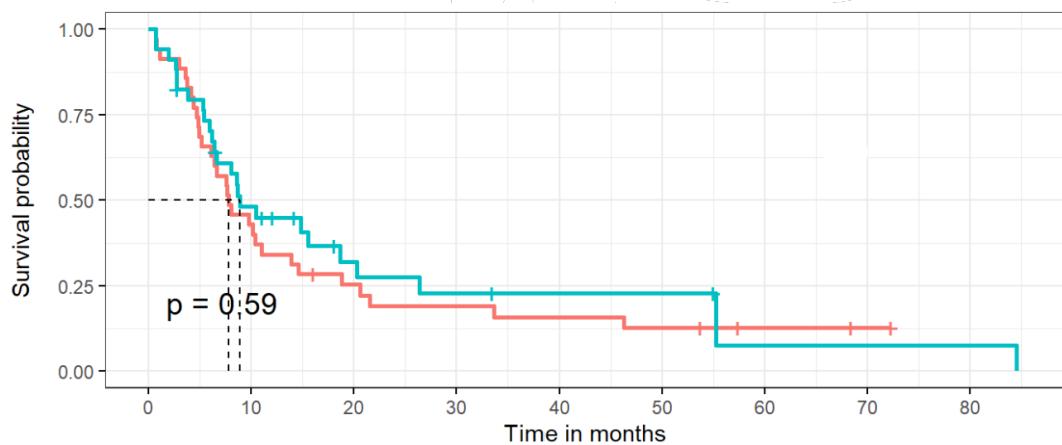
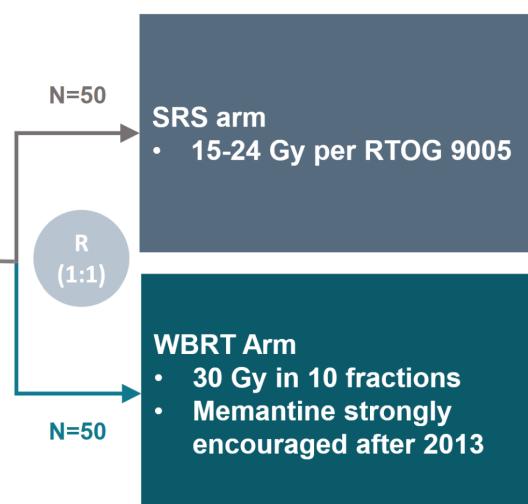
MMS



Résultats

Key Eligibility Criteria:

- Adult patient with 4-15 untreated brain mets confirmed by neuroradiology (up to 20 lesions allowed at the time of treatment)
- All lesions amenable to SRS treatment
- KPS ≥ 70
- No LMD (radiographic or cytological)
- No prior WBRT
- Prior SRS to 1-3 brain mets with > 6 weeks intervals allowed
- Excluded prior surgical resection of brain mets
- Excluded histology: melanoma, small cell carcinoma, lymphoma/leukemia, or germ cell histology
- Systemic therapy allowed at the discretion of treating oncologist

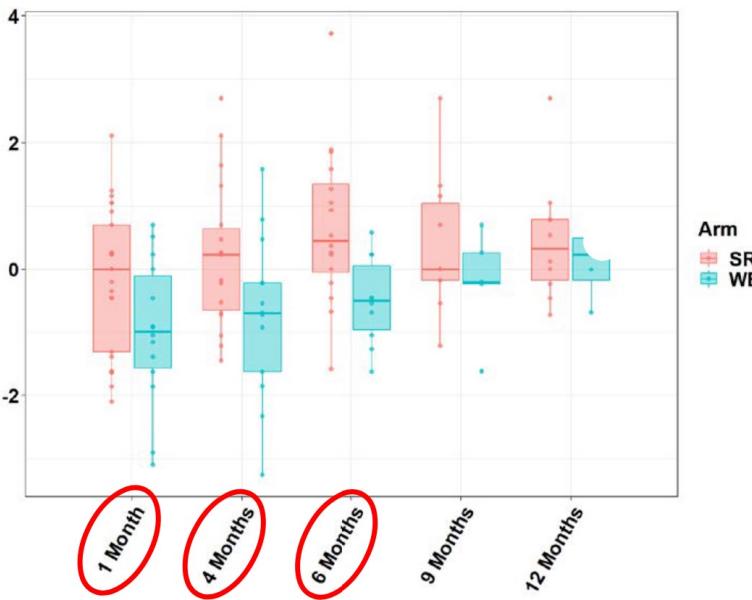


Li, ASTRO, 2020

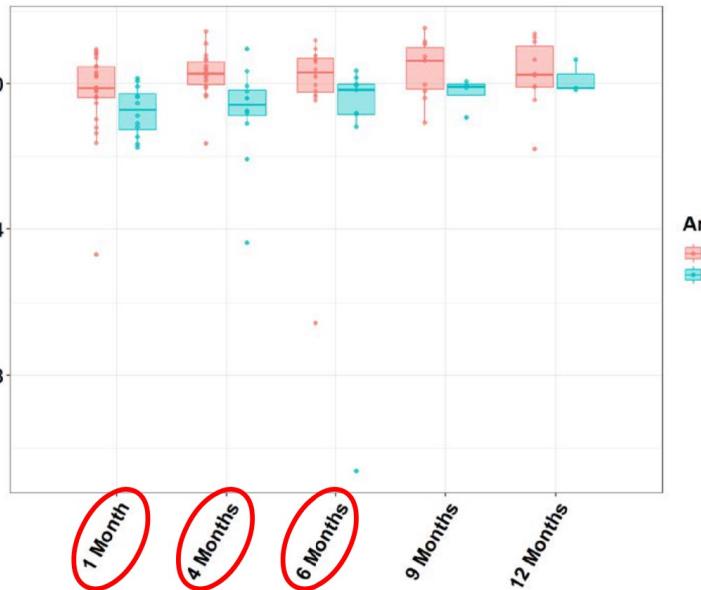
Fonctions neurologiques

Mémoire

Change of Benedict Z-Score of HVLT_R Total Recall at Each Time Point



Change of Benedict Z-Score of CTB Comp at Each Time Point



Jusqu'à 20
lésions

Patients with
5-20 Brain
Metastases

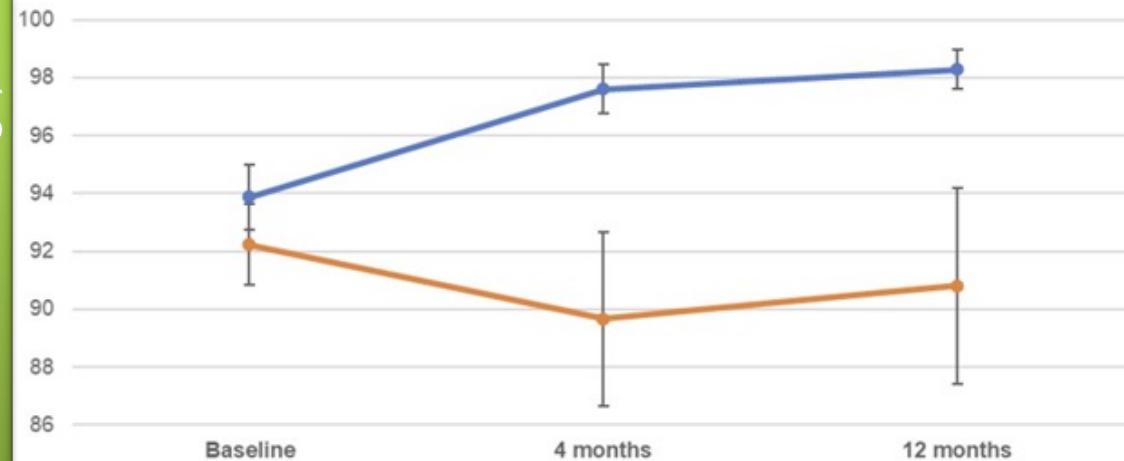
- Stratify:
1. Primary Cancer
2. Resection

RANDOMIZE

- SRS/SRT
→ HA-WBRT

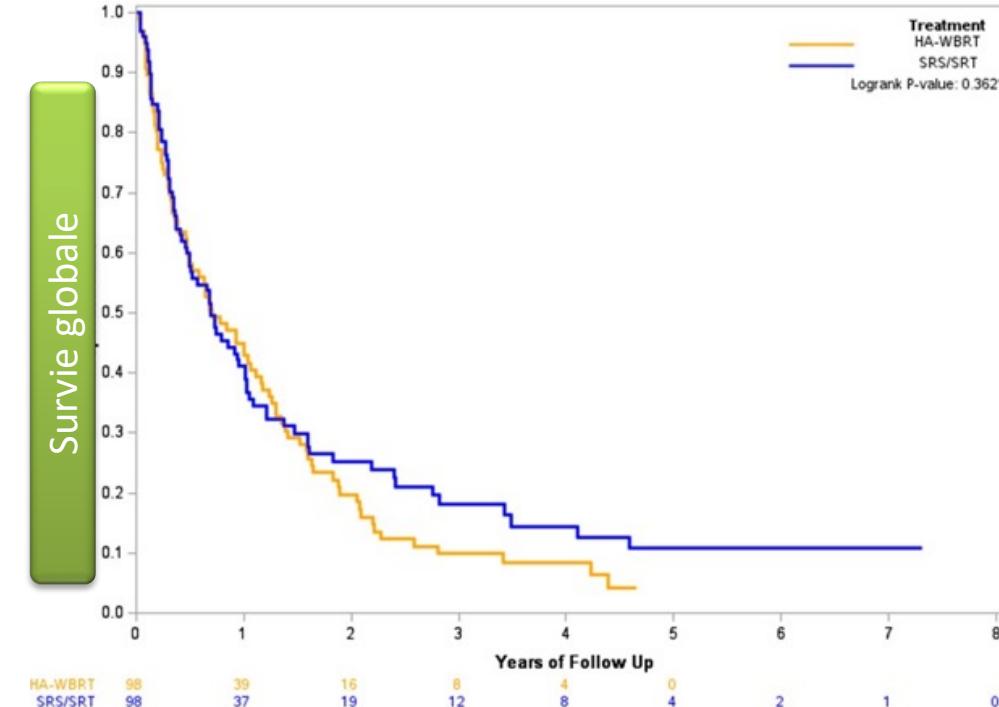
Primary Outcome:
Symptom Severity
and Interference

Fonction neurologique



SRS/SRT	92	46	22
HA-WBRT	82	37	18

—●— SRS/SRT —●— HA-WBRT



Timepoint	p
Baseline	0.39
4 Months	0.02
12 Months	0.02

- ✓ Survie à 1 an
✓ 41.1% versus 42.8%

Résultats

✓ SRS

✓ 156 patients

✓ Traitement initial cérébral
 ✓ Lésion primitive ou métastases

✓ Recherche de la dose en SRS selon la taille

Change versus
baselineImaging response
(% of patients)

	≤ 3 mos	> 3–12 mos
Complete response	4	6
Improved	38	34
Unchanged	42	28
Worse	16	32

Incidence of Grade 3, 4, and 5 CNS Toxicity

Tumor size*	Arm	Dose	No. of patients	% of Patients With Toxicity		
				Acute	Chronic	Total
≤ 20 mm						
1	18 Gy	12	0	8	8	8
4	21 Gy	18	0	11	11	11
7	24 Gy	10	0	10	10	10
21–30 mm						
2	15 Gy	15	7	7	13	13
5	18 Gy	15	0	20	20	20
8	21 Gy	13	8	31	38	38
11	24 Gy	12	33	25	58	58
31–40 mm						
3	12 Gy	21	5	5	10	10
6	15 Gy	22	0	14	14	14
9	18 Gy	18	17	33	50	50

✓ SRS après irradiation

✓ 106 patients

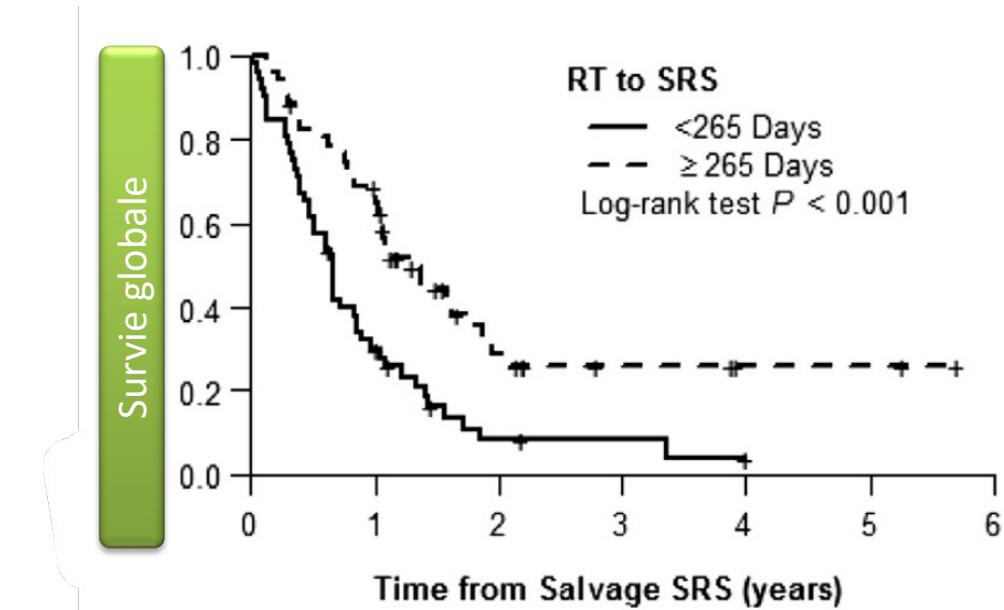
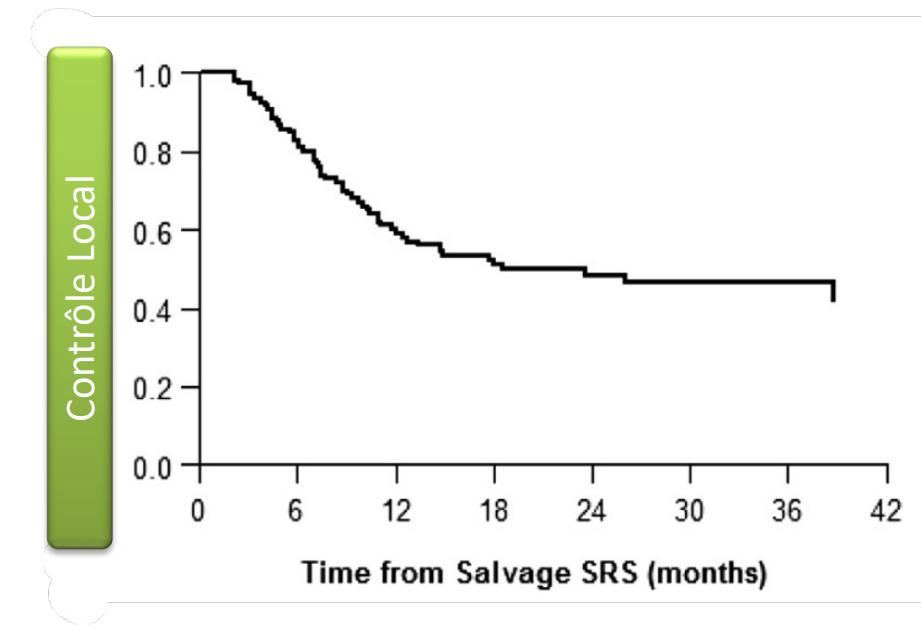
✓ Traitement initial cérébral

✓ Encéphale in toto ou SRS

✓ 1 à 3 métastases

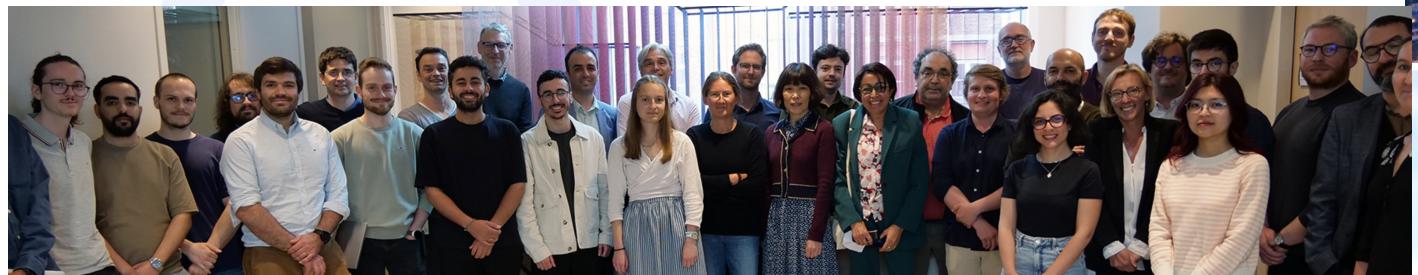
✓ 21 Gy en 1 fractions

✓ Délai médian entre les 2 traitements 165 jours



Conclusion

- ✓ La radiothérapie stéréotaxique est le standard chez les patients avec métastases cérébrales
 - ✓ Jusqu'à combien de métastases?
 - ✓ 10, 14, 20?
- ✓ L'irradiation cérébrale totale doit être réservée aux patients de mauvais pronostic
 - ✓ OS prévue inférieur à 3 moi
 - ✓ OMS 3
- ✓ La radiothérapie stéréotaxique est indispensable en post opératoire
 - ✓ Quid de la RTH pré-opératoire
- ✓ Questions:
 - ✓ Doses, modes de prescriptions



Radiotherapy for brain metastases
RECORAD 2025
D Antoni

