

UNICANCER

Centre
Oscar Lambret
Centre Régional de Lutte
Contre le Cancer

Radiothérapie stéréotaxique des tumeurs rénales, surrénaliennes et pancréatiques

REIN



NOMBREUSES PUBLICATIONS ...

			Patients	Technique	Dose/f	Contrôle local	Tox	
Tumeurs primitives								
Kaplan 2010	abstract Astro	Ph I	12 pts inop T<5cm	CK	3 x 7-13 Gy	83%		
Pham 2014	IJROBP	Ph I	20	RT3D ITVT>5cm	26 Gy 1f ou 3x14 si isodose 75-85%		60 % G1-2	
Ponsky 2015	Radiother Oncol	Ph I	19 âge médian 77, inop	CK	4x6-12 Gy isodose 65-75%	100% stabilité pb évaluation réponse	5% G3 dégradation fonction rénale 5% G4 ulcère duodéal	
Svedman 2006	Acta Oncol	Ph II	5 inop 25 métastatiques	RT3D stereotactic body frame	2-5 x 5-15 Gy majoritairement 4x10		98% CL 57% G1-2	
Stahler 2015	J Urol		45	CK fidu tracking	25 Gy 1f isodose 70%	72 % RP ou RC (ou 100% réponse, pas clair) Pas de progression	18 %G1-2 Pas d'altération de la fonction rénale	
Chebotareva	Estro 2016		50 (18 rein unique)	CK	30ou 4 x 10-13 Gy		100%	
Wurzer	Estro 2014		23	CK		94% réponse 1/3 complètes 2/3 partielles	G1 uniquement	
Muacevic 2015	J Urol	?	40	CK tracking 3 fidu	1 x 25 Gy isodose 70 %		98% 2 aggravations insuffisance rénale	
Oligométastases								
Wersall 2006		rétro spect if	82 lésions : T ou M+		4x8Gy à 3x15GY		90% 11 G3 1 G4	
Svedman 2006	Acta Oncol	Ph II	25 pts 82 M+	Linac	4 x 8-10 Gy ; 2-3 x 15 Gy		78% 1 G4	
Teh 2007	Biomed Imaging Interv J	rétro spect if	14 pts 23 M+	Novalis	3-6 f 24-40 Gy		87%	0
Stinauer 2011	Radiat Oncol	rétro spect if	13 pts 25 M+		5 x 8-10 Gy ; 3 x 14-20 Gy		88% 2 G3	
Zelevsky 2012		rétro spect if	58 pts 105 M+		divers		44% 2G3 1G4	
Ranck 2012	Am J Clin Oncol	rétro spect if	18 pts 39 M+		3 x 8-16 ; 10 x 4-5 Gy		91%	0

Premières expériences « très encourageantes » sur le plan du contrôle local

Toxicités limitées, de grade < 3

A priori bonne préservation de la fonction rénale

QUEL IMPACT SUR LA FONCTION RÉNALE ?

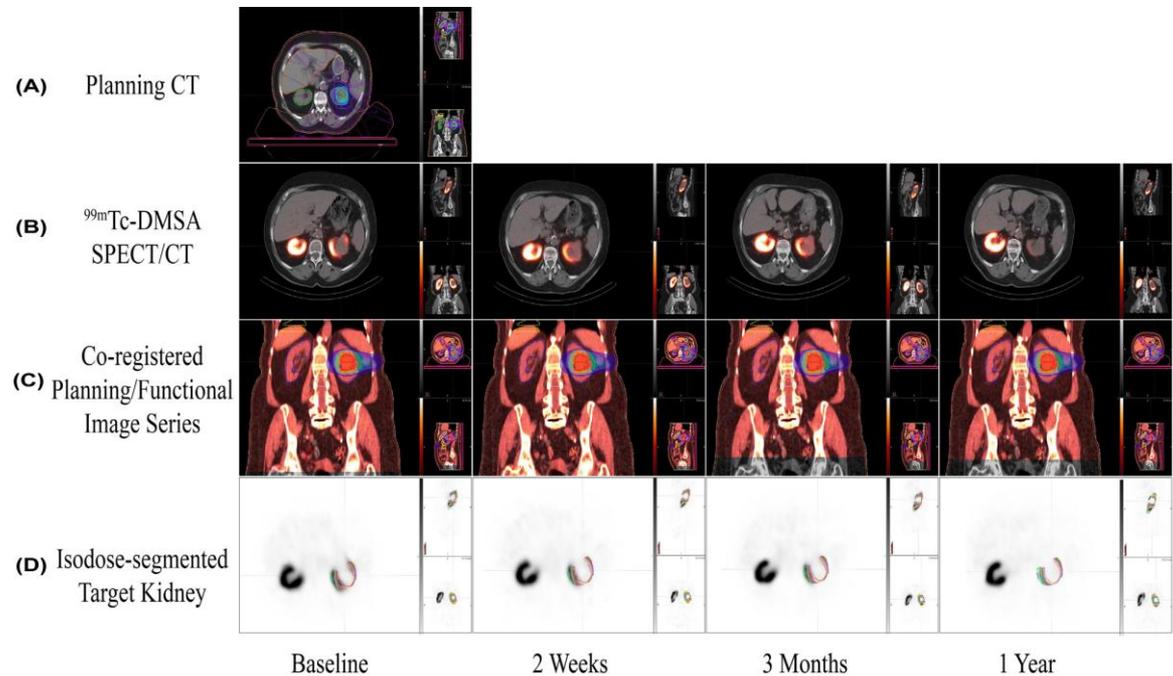
Prospectif, 21 patients, tumeurs primitives, 1 x 26 Gy ou 3 x 14Gy si > 5 cm

Filtration glomérulaire analysée par SPECT/CT ^{99m}Tc -DMSA et ^{51}Cr -EDTA : baseline, 2 semaines, 3 mois et 1 an

Altération de la fonction rénale corrélée à la dose

10 Gy -> - 25 à 39 %

Intérêt du tracking !



→Siva ; Radiother Oncol 2016

Wersäll : 28 patients
cancer du rein métastatique

SBRT sur une lésion

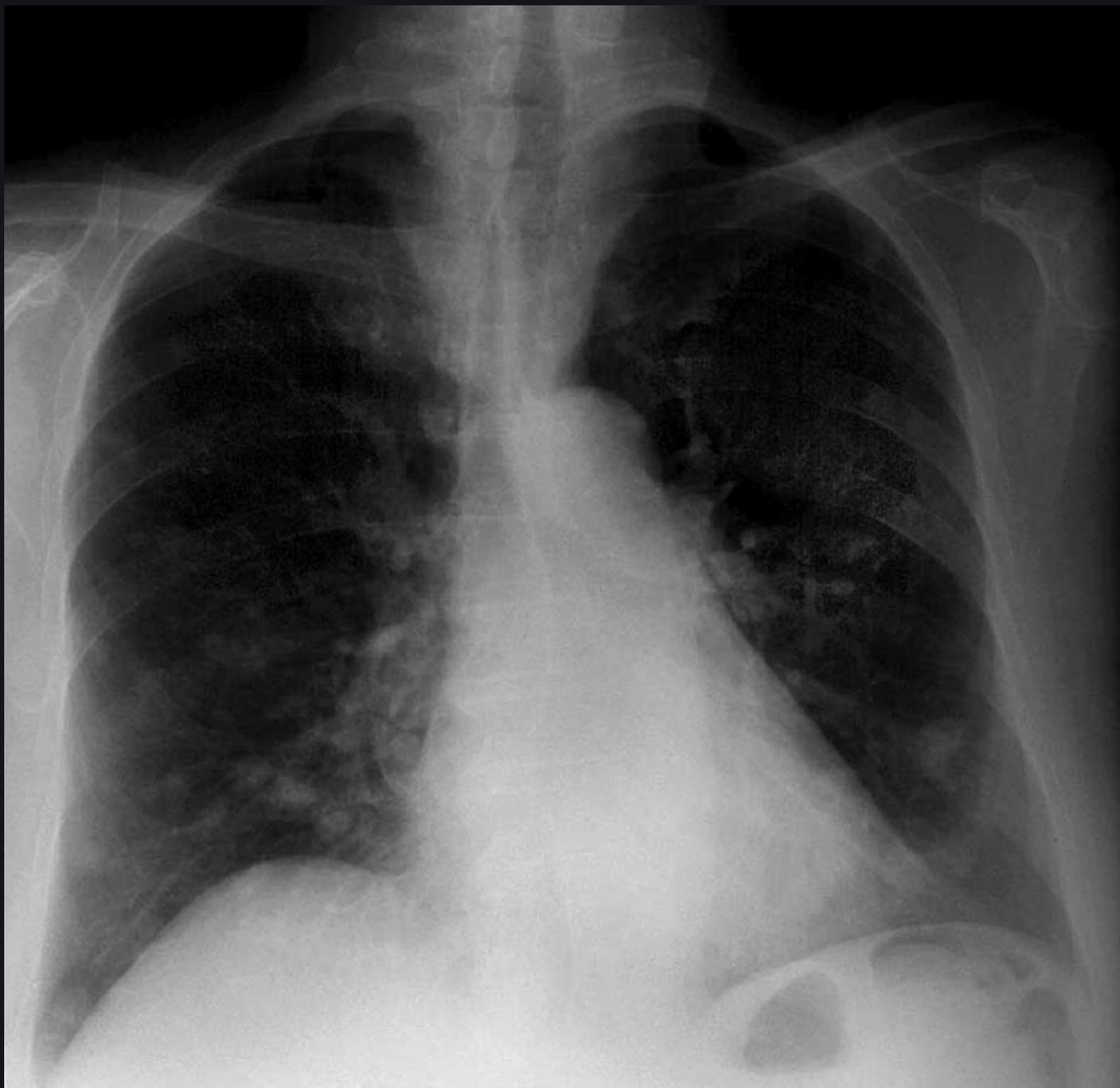
4 patients présentent une
régression des métastases
= effet abscopal

Survie

Pas d'effet abscopal 25
mois

Avec effet abscopal 59
mois

Wersäll Acta Oncol 2006



NE SONT PAS DES CONTRE-INDICATIONS

Âge

Inopérabilité

Localisation dans le rein

Rein unique

Tumeurs rénales bilatérales

Maladie oligométastatique

Métastase cérébrale (accessible à une stéréotaxie)

Hypertension artérielle d'origine rénale

Certaines équipes acceptent de traiter en l'absence d'anapath

→Siva ; Future Oncol 2016

Concurrence avec chirurgie partielle et radiofréquence

Ne pas être inutilement agressif chez des patients âgés et fragiles, éviter une AG, une hospitalisation

Patients âgés et fragiles

- ✔ traitement non invasif et indolore
- ✔ absence d'anesthésie générale
- ✔ ambulatoire sans hospitalisation

- ✔ opérables mais âgés : éviter une néphrectomie totale
- ✔ Opérables, risque de dialyse après résection chirurgicale

Rein unique

Pose d'1 fiduciel dans la lésion ou dans le rein à proximité
Si impossible, ceinture abdominale

Scanner injecté, recalage avec IRM si disponible (IRM dosi facile d'accès)

Prescription 3 x 15 Gy isodose 80 %

PTV = CTV + 5 mm si fiduciel

PTV = ITV + 5 mm si compression abdominale

Priorité aux OAR sur la couverture du PTV

Repositionnement sur le rachis

Puis tracking si fiduciel

Durée de la séance = 20-30 minutes





Enquête sur 8 centres « experts »

- ✔ 1 à 3 fractions
- ✔ Bilan comprend une IRM
- ✔ Les marges du CTV au PTV varient ++ selon la technique

→Siva ; Future Oncol 2016

Abdomen	> 15 fractions	6 f	5 f	3 f	1 f
Foie irradiation totale	max 30 Gy				
Foie irradiation partielle	V30 < 50 %	V21 < 50 %	V20 < 50 %	V15 < 50 %	
		V30 < 33%	V28 < 33%	V21 < 33%	
	(Vtotal - V30) > 700 cm3	(Vtotal-V22,5) > 700 cm3	(Vtotal-V21) > 700 cm3	(Vtotal-V17) > 700 cm3	(Vtotal-V9) > 700 cm3
Foie / cirrhose irradiation totale	max 28 Gy				
Foie / cirrhose irradiation partielle	V28 < 50 %				
Estomac	V54 < 10 cm3	V30 < 10 cm3	V28 < 10 cm3	V19 < 10 cm3	V13 < 10 cm3
				V21 < 5 cm3	V14 < 5 cm3
	V64 < 0,5 cc			V25 < 0,5 cm3	V16 < 0,5 cm3
Duodénum	V45 < 10 cm3				V8 < 10 cm3
	V50 < 5 cm3	V19 < 5 cm3	V18 < 5 cm3	V15 < 5 cm3	V9 < 5 cm3
	V64 < 0,5 cc	V35 < 0,5 cm3	V32 < 0,5 cm3	V24 < 0,5 cm3	V16 < 0,5 cm3
Intestin grêle	V40 Gy < 200 cm3	V22,5 < 5 cm3	V21 < 5 cm3	V16 < 5 cm3	V10 < 5 cm3
	V50 < 35 cm3	V38 < 0,5 cm3	V35 < 0,5 cm3	V27 < 0,5 cm3	V15 < 0,5 cm3
Colon	V45 < 20 cm3	V27 < 20 cm3	V25 < 20 cm3	V20 < 20 cm3	V11 < 20 cm3
		V32 < 1 cm3	V30 < 1 cm3	V30 < 1 cm3	V22 < 1 cm3
Reins	V12 < 60 %				
	V20 < 50 %			V10 < 50 %	
	V30 < 20 %	(Vtotal - V19,5) > 200 cm3	(Vtotal - V18) > 200 cm3	(Vtotal - V15) > 200 cm3	(Vtotal - V8) > 200 cm3
Rein unique ou insuffisance rénale	V6 < 30 %				
	V15 < 20 %				
	V20 < 10 %				
Hile rénal		V24,5 < 66 %	V23 < 66 %	V18 < 66 %	V10 < 66 %

→X Mirabel, Contraintes sur les OAR v4 2011
disponible sur demande x-mirabel@o-lambret.fr

83 ans

Cardiopathie ischémique

Rétrécissement aortique serré

anévrisme de l'aorte abdominale

Double pontage

Fraction d'éjection 55 %

Amputation sous-gonale gauche

Cécité de l'œil dt

...

OMS = 1 ; jardinage

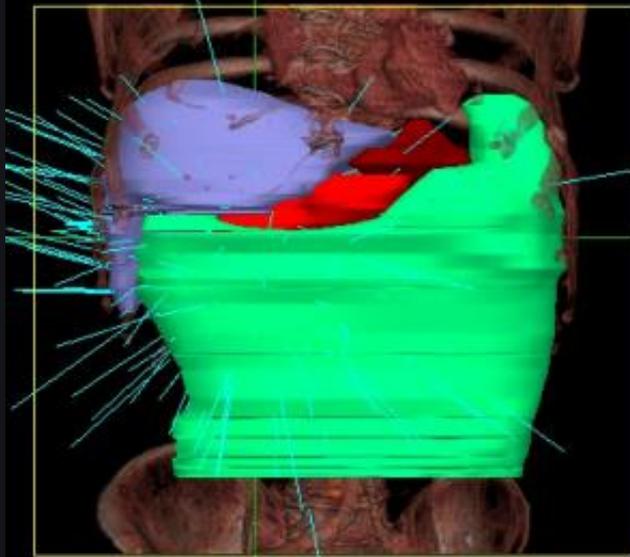
Découverte d'une lésion rénale

5 cm au cours d'un bilan pour
remplacement valvulaire aortique
per-cutané



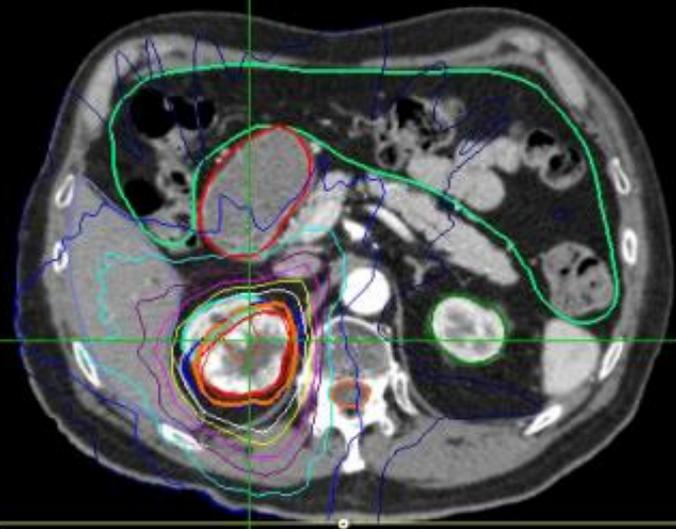
Pose d'un
fiduciel





3 x 15 Gy
isodose 80 %

R



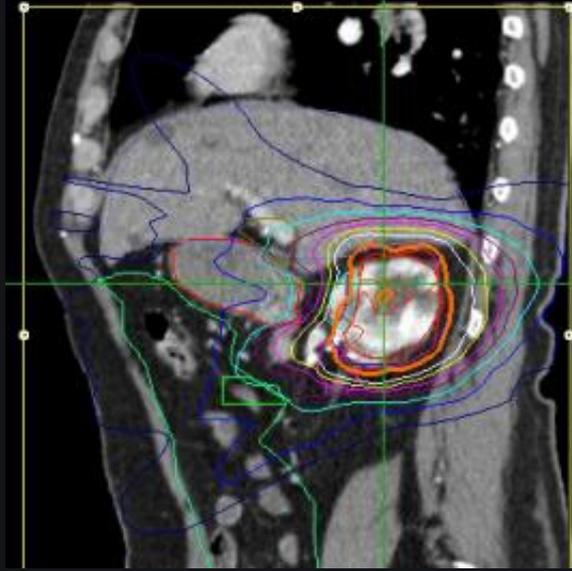
100 mm

P ← 190

S Ray Hi

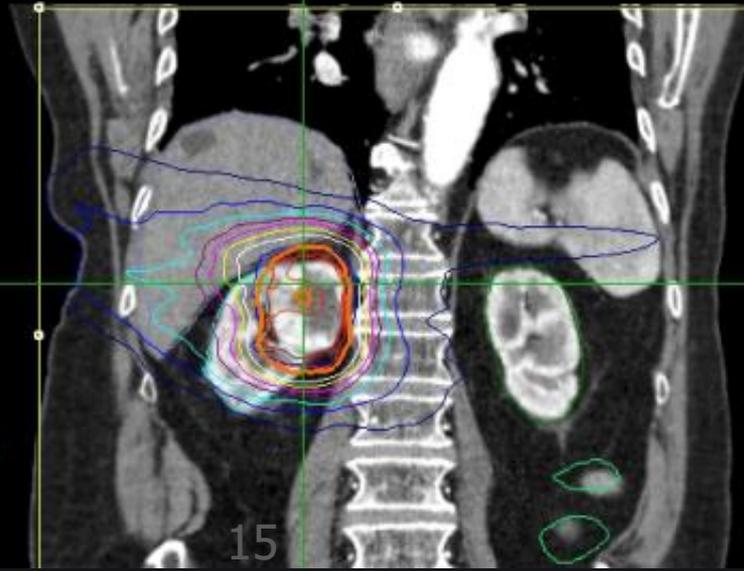
S

Ray High	Color	Value
4500	Red	4500
5307	Orange	5307
4776	Yellow	4776
3715	Light Green	3715
3184	Green	3184
2653	Light Blue	2653
2123	Blue	2123
1592	Dark Blue	1592
1061	Very Dark Blue	1061
531	Black	531



PR

100 mm



15

2 ans après
traitement

Aspect cicatriciel
stable

Pas d'insuffisance
rénale





QUELLE RECHERCHE CLINIQUE ?

Phase II pour montrer efficacité et toxicité : est-ce encore utile ?

Phase III ?

✔ Confrontation frontale avec la chirurgie ?

- Cf poumon ...
- Sur quel critère ? Survie ? Évaluation de la réponse difficile ++

✔ Randomisation vs radiofréquence ou cryothérapie ?

- Les bonnes indications de RF sont des bonnes indications de stéréo
- Mais comparaison impossible pour les mauvaises indications de RF = > 4 cm et/ou centrales
- Difficultés dans l'évaluation de la réponse
- Pas de différence sur contrôle local et survie
- Quels sont les véritables critères discriminants ? Coût, hospitalisation, anesthésie générale ...

✔ Patients fragiles inopérables : comparer à quoi ?

Phases II en association avec thérapies ciblées et/ou immuno

✔ effet abscopal



Objectif principal : dose maximale tolérée pour une irradiation en mode stéréotaxique des tumeurs du rein ≤ 4 cm

- ✔ palier 1 4 x 8 Gy
- ✔ palier 2 5 x 8 Gy
- ✔ palier 3 4 x 10 Gy
- ✔ palier 4 4 x 12 Gy

Principaux critères d'inclusion

- ✔ tumeur localisée du rein, de plus de 75 ans, opérable
ou
 - ✔ tumeur localisée du rein, inopérable, quelque soit l'âge
ou
 - ✔ maladie métastatique avec indication de néphrectomie
-
- ✔ Adénocarcinome du rein inférieur ou égal à 4 cm, confirmé histologiquement
 - ✔ Tumeur visible et mesurable sur un scanner abdominal et/ou IRM



EN CONCLUSION POUR LES CANCERS DU REIN

L'adénocarcinome rénal n'est pas « radorésistant »

- ✔ radiothérapie hypofractionnée

La radiothérapie stéréotaxique est une technique

- ✔ non invasive

- ✔ bien tolérée

- ✔ largement disponible

- ✔ excellent rapport coût / efficacité / toxicité

Traitement particulièrement pertinent pour les patients fragiles ou âgés

Deviendra le traitement de référence pour les patients non chirurgicaux

Destruction de la tumeur primitive chez les patient métastatiques

Effet abscopal ?

Association avec les immunothérapies ?

SURRÉNALE





Métastases surrenaliennes sont fréquentes

Survie à 5 ans après résection de méta surrenalienne 25 %

Délai tumeur primitive – méta surrenalienne = facteur de bon pronostic

Indications de chirurgie

- ✔ Tumeurs surrenaliennes primitives
- ✔ Métastases surrenaliennes uniques ou bilatérales
 - Maladie oligométastatique
 - Réponse dissociée



CONTRÔLE LOCAL APRÈS RADIOTHÉRAPIE STÉRÉOTAXIQUE

	Patients	technique	dose, fractionnement	contrôle local	survie	Toxicité
Katoh 2008	8	3D	6x8 isodose 80 %	100 % à 1 et 2 ans	78% à 1 an	aucune
Chawla 2009	30	Arcs	16-50 Gy 4-16 f ptICRU	55% 1n 27% 2ans	44% 1 an	G1 asthénie nausée
Holy 2011	18	3D non coplanaires	15-40 Gy 3-12f ptICRU	94,4% 1an 78,7% 2 ans	médiane 21 mois	33% G1-2 tardive 11% ulcère
Guiou 2012	9		5x5 Gy	44% 1 et 2 ans	52% 1 an	22% G1
Ahmed 2013	13	IMRT non coplanaires	5x9 Gy	100%	1 an 62,9 médiane 7,2 mois	54% G1_2
Rudra 2014	10	3D non coplanaires	24-50Gy 3-10f	73 % 1 et 2 ans	90% 1 an	80 % G1-2 1 insuffisance surrénalienne
Franzese 2016	46	arcs modulés	4 x 10 Gy	65,5 % à 1 an	87,6 % à 1 an	13% G1-2
Desai 2015	14	CK	12_30 Gy 1-5f	100 % à 1 an	78 % à 1 an	pas de tox duodénale, pas d'insuff surrénalienne
Casamassima 2010	48	Arcs	3x12Gy 1x23Gy	90% à 1 et 2 ans	40% à 1 an	2 insuffisances surrénales
Torok 2011	7	CK	3x9Gy 1x16Gy	63% 1 an	médiane 8 mois	aucune
Ohiro 2011	11	3D non coplanaires	5x9Gy	94% à 6 mois	56% à 1 an	5% G1 tardive
Li 2013	26	CK	3-5 x 10 Gy	77 % 1 an		1 G2 digestif

contrôle local dépend BED

→Ippolito Rep Practical Oncol Radiother 2015

→Desai Front Oncol 2015

Pose d'un fiduciel à proximité immédiate ou au contact
parfois impossible à droite => contention abdominale, scan 4D

Scanner injecté

GTV = CTV

PTV = CTV + 5 mm

Prescription : 3 x 15 Gy sur isodose 80 %

À droite, généralement aucune difficulté à respecter les contraintes aux OAR

À gauche : vigilance sur estomac, duodénum et grêle

Priorité à la protection des OAR sur la couverture du PTV

Repositionnement du patient sur le rachis « spine tracking »

Puis tracking du fiduciel

En l'absence de fiduciel, traitement de l'ITV

La séance dure 20 minutes environ



58 ans

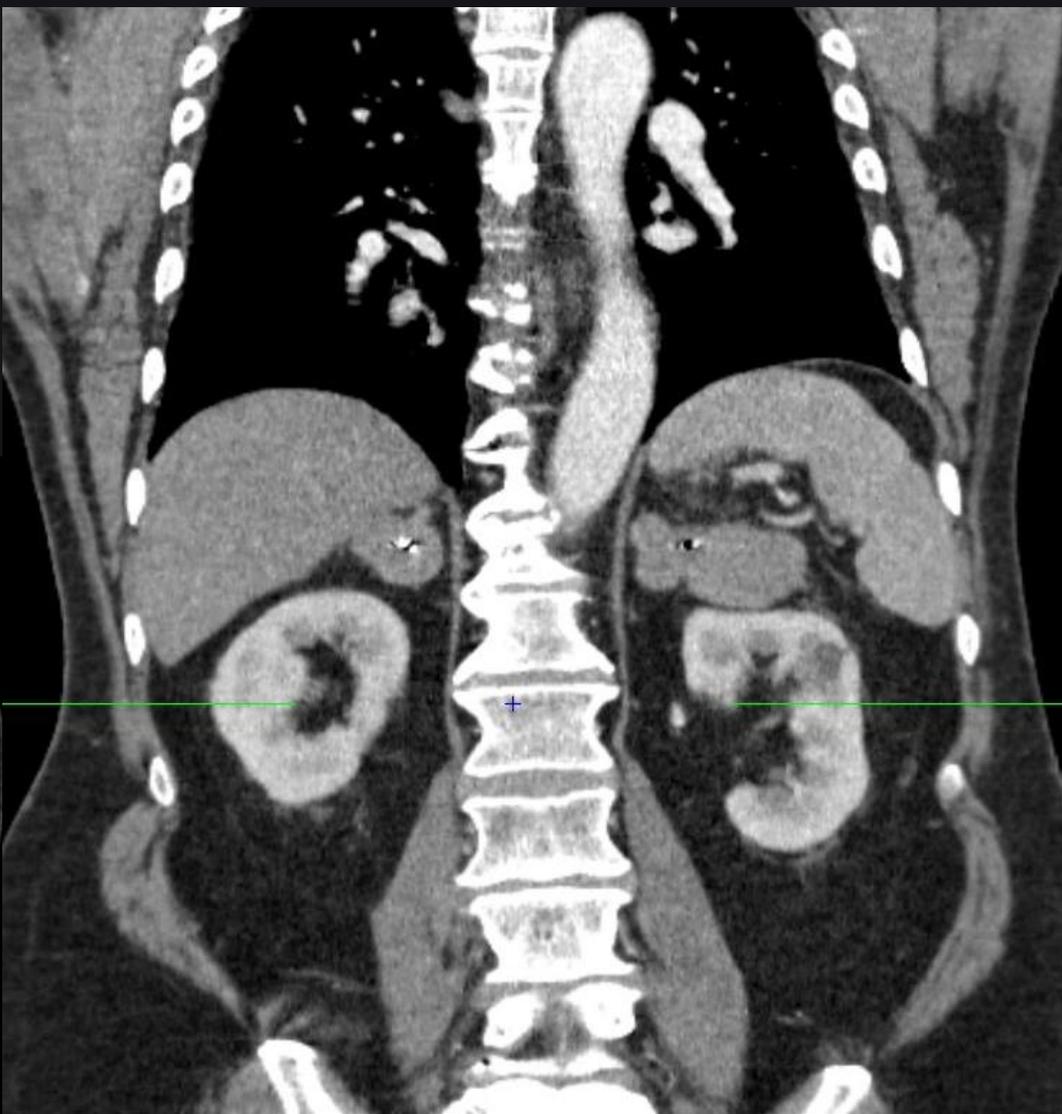
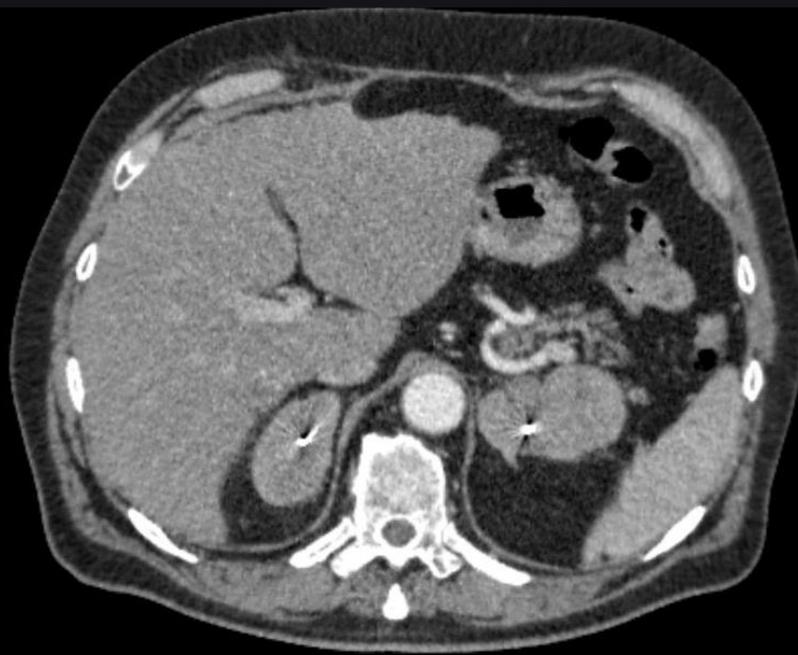
CHC métastatique sous sorafenib puis sunitinib puis gemtuzumab

Progression surrénalienne bilatérale

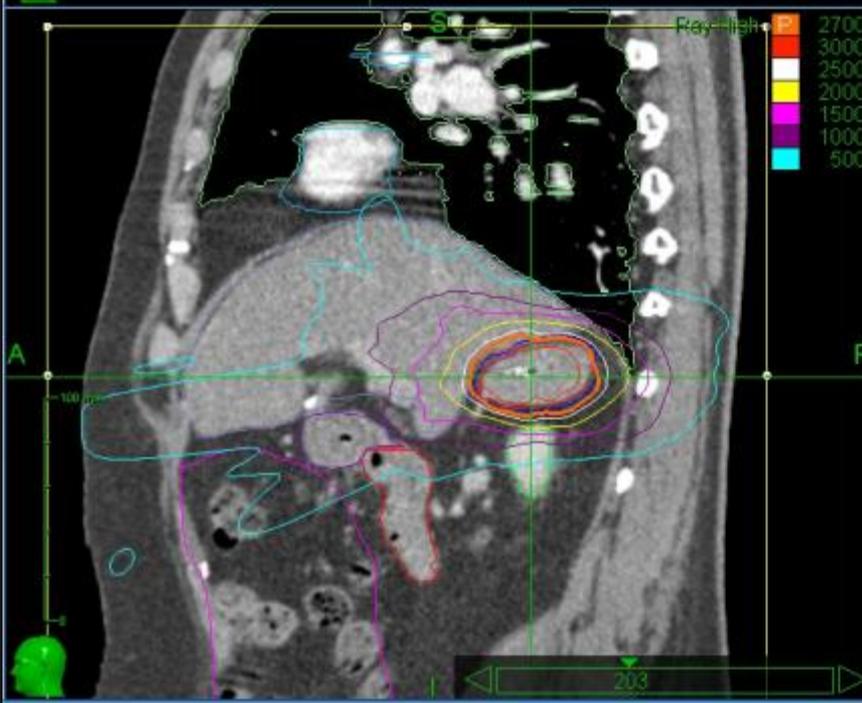
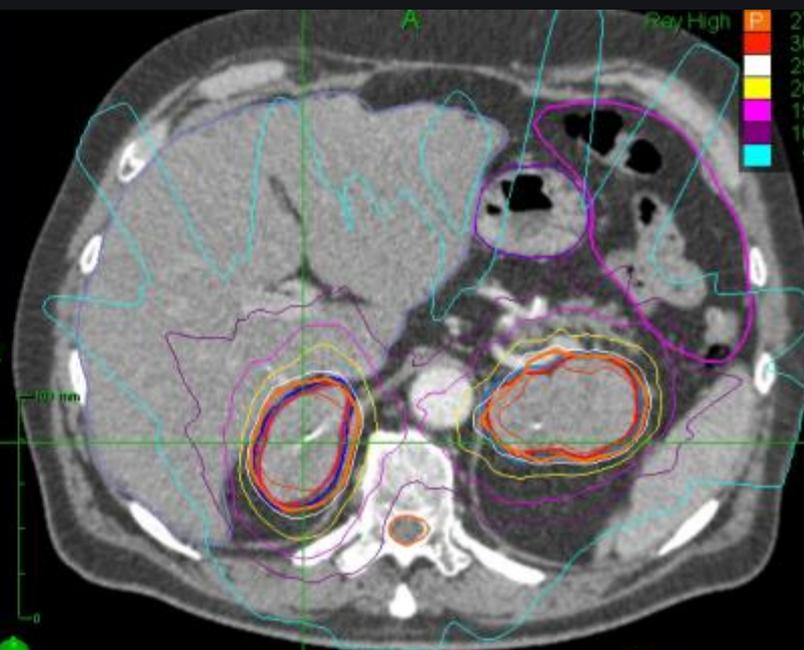
RCP : radiothérapie stéréotaxique

Anticipation d'une insuffisance surrénalienne : hydrocortisone 15 mg/j

Volumineuses
métastases
surréaliennes
bilatérales



3 x 9 Gy



Surveillance IRM

A droite :
masse surrénalienne droite
31mm x 38mm
nécrose centrale
vascularisation périphérique fine et régulière

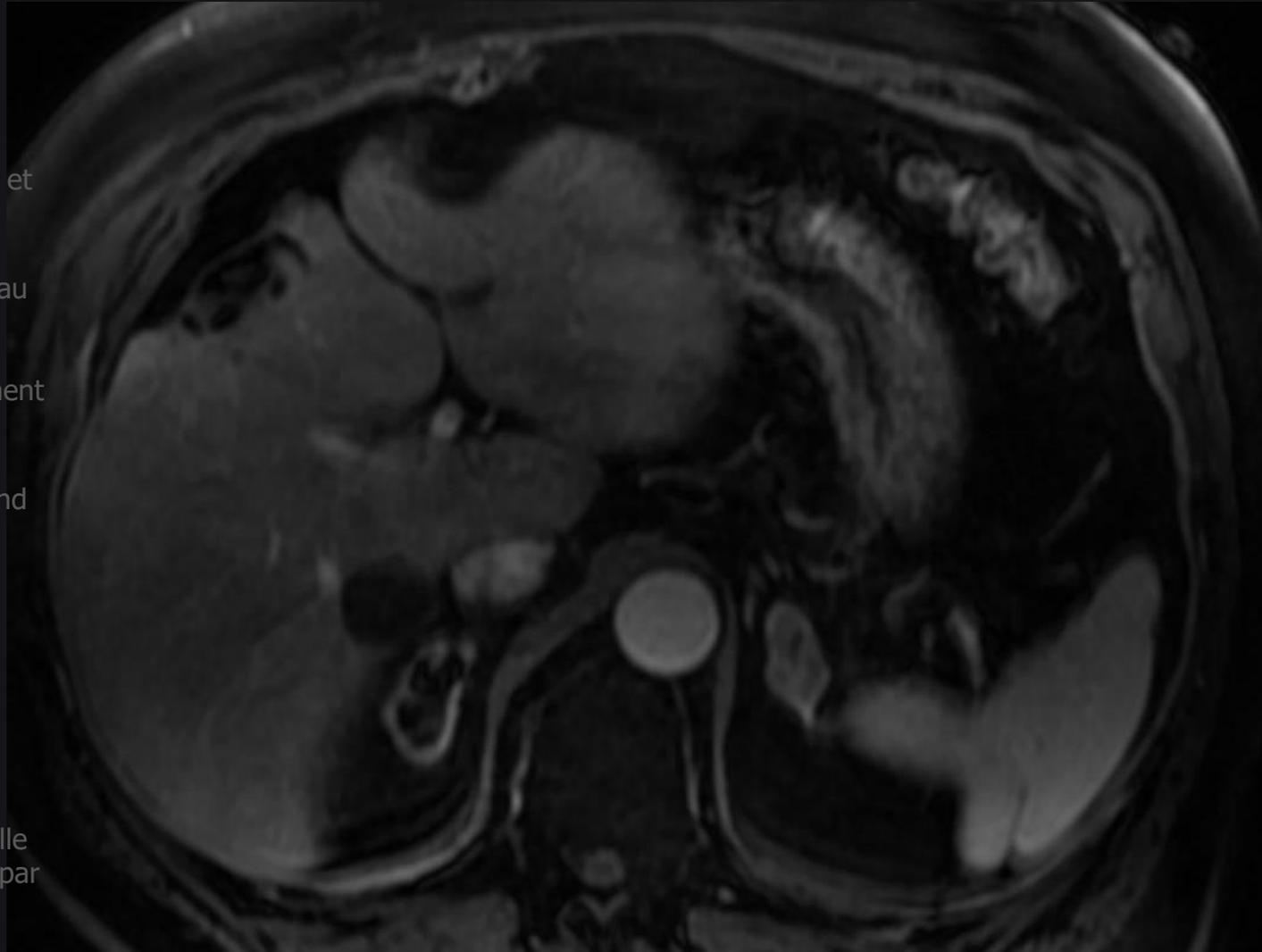
Nodule surrénalien situé au niveau
du bras externe de la surrénale
gauche
21mm contre 27mm précédemment

Apparition d'une masse au dépend
du bras interne de la surrénale
gauche de 31x20mm

Conclusion :

Poursuite de la diminution en taille
des nodules surrénaliens traités par
radiothérapie stéréotaxique.

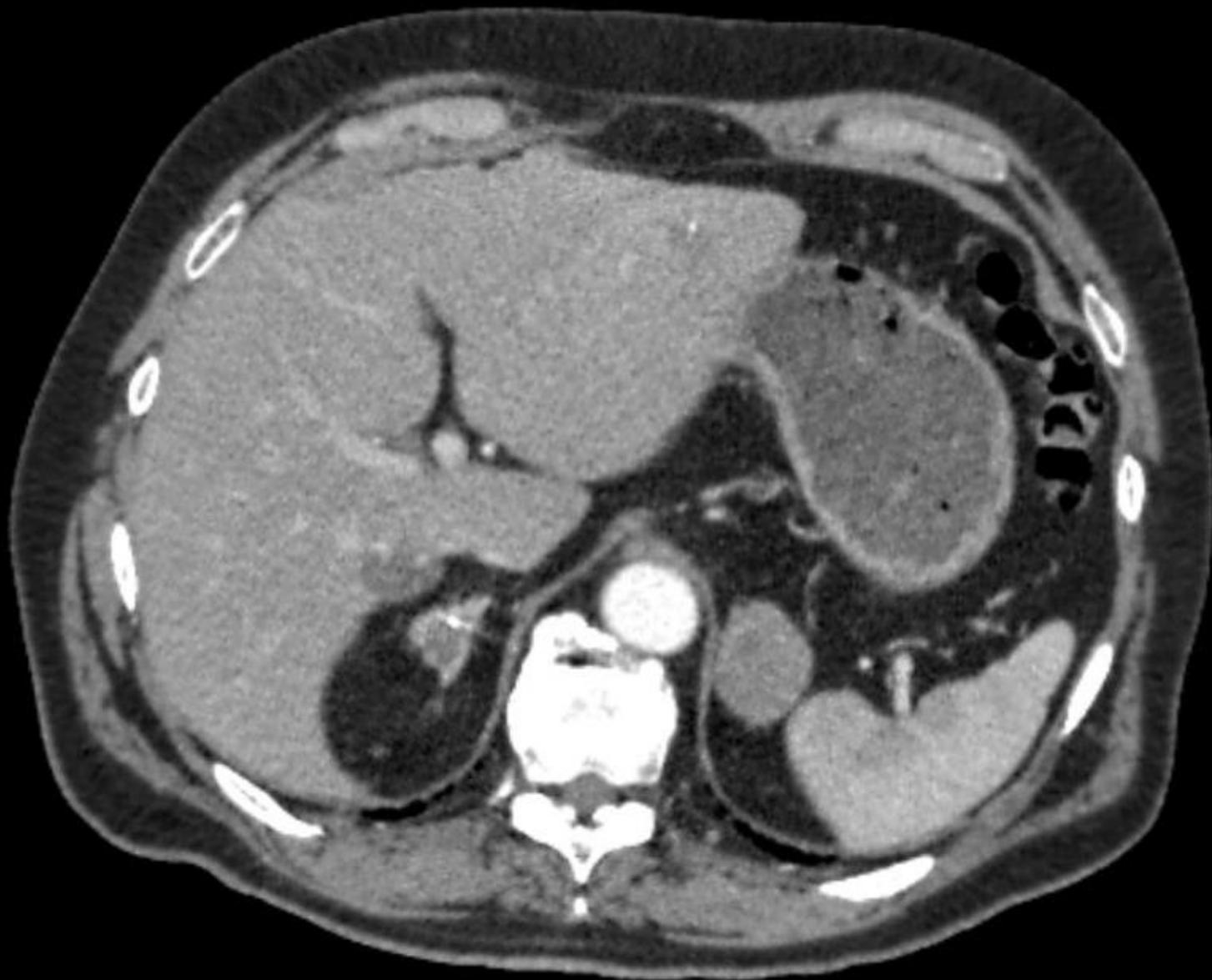
Apparition d'un nodule du bras
interne de la surrénale gauche en
dehors des cibles traitées



1 an après SBRT

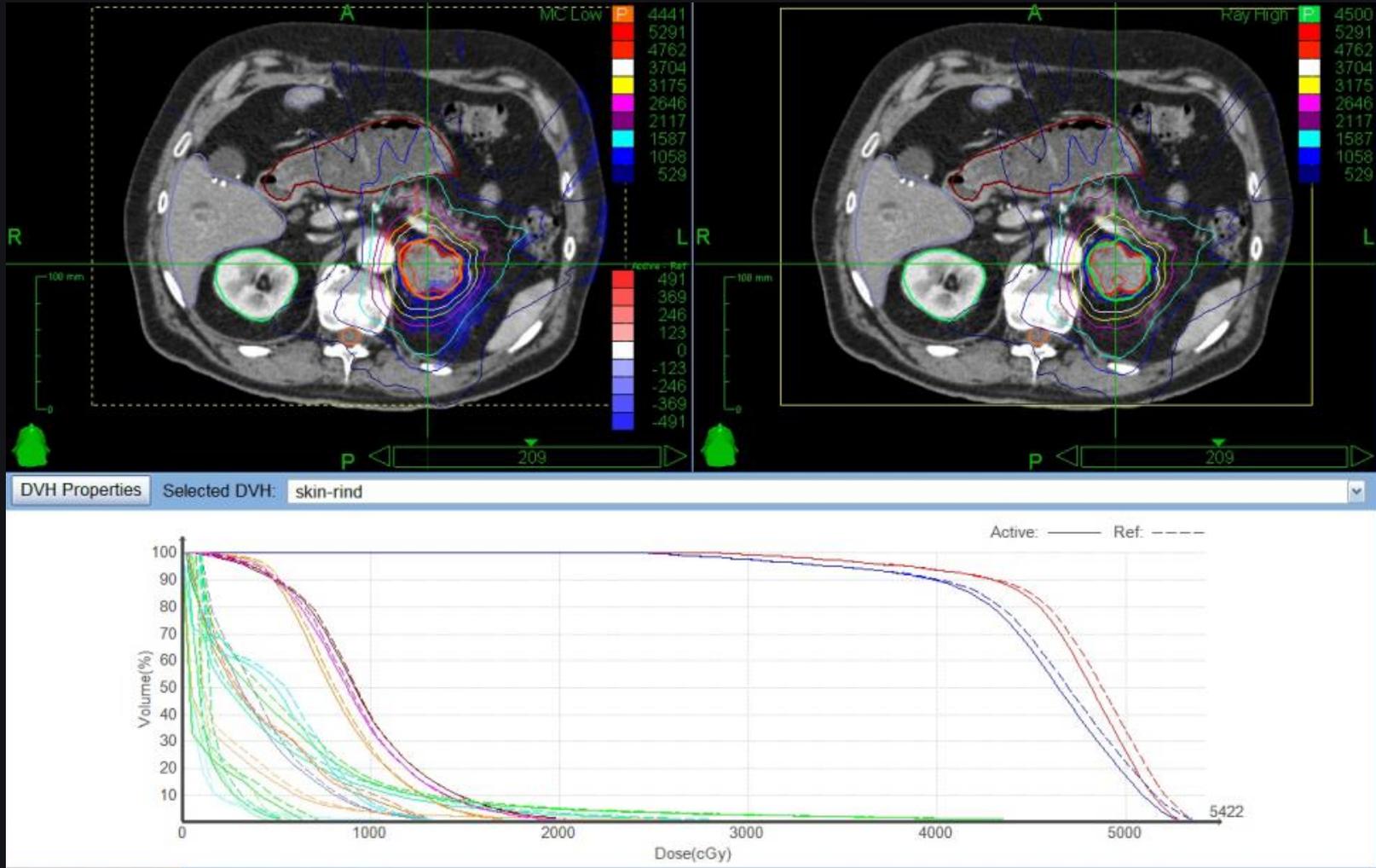
Réponse complète
surrénale droite

Récidive surrénale
gauche



Ré-irradiation
surrénale
gauche

3 x 15 Gy



2 ans ½ après le 2^{ème}
traitement par stéréotaxie

3 ans ½ après le 1^{er} tt

Métastases diffuses

Sous sorafenib

Réponse complète sur les
deux surrénales



Irradiation surrénalienne bilatérale
Irradiation sur surrénale unique

Insuffisance surrénalienne aiguë

- ✔ Asthénie, somnolence
- ✔ Douleurs abdominales
- ✔ Hypotension

Syndrome de Nelson

- ✔ développement d'un adénome hypophysaires en réponse à la perte du feed-back négatif du cortisol

→Ritzel ; J Clin Endocrinol Metab 2013

Traitement glucocorticoïde à vie



QUELLE RECHERCHE CLINIQUE ?

Phase II pour montrer efficacité et tox ??

Phase III ?

✔ Même débat que pour le rein

Inclure les patients dans les études de phase II en association avec thérapies ciblées et/ou immuno

PANCRÉAS



SBRT PANCRÉAS

Pour

Mauvais pronostic => limiter le nombre de séances, concentrer le tt sur 1 ou 2 semaines

Radorésistant => augmenter la dose par fraction

Réduire la période d'arrêt de chimiothérapie (avantage ou inconvénient ?)

Réduire la toxicité à la moelle osseuse (/RT classique)

WILD ; IJROBP 2015

Contre

Potentiel métastatique élevé

Intensifier le traitement local n'a guère de sens

Même après chirurgie R0, patients N+ survie à 5 ans = 5 %

TNCD 2011

Duodénum : impose de limiter la dose totale et la dose par fraction

INDICATIONS POTENTIELLES DE LA SBRT DES CANCERS DU PANCRÉAS

Alternative à la radiothérapie classique

Tumeurs localement évoluées, après chimiothérapie (6 mois)

« Border line »

Lésions résécables, néoadjuvant

Récidives après chirurgie ou radio-chimiothérapie concomitante

EXPÉRIENCES PUBLIÉES DE SBRT

Auteur		nb patients	dose fractionnement	contrôle local	médiane survie	tox gastroduodénale	
Koong 2004	Ph I	15	1x15-25 isodose 64-84%	100% avec 25 Gy	11 mois	33% G1-2	
Koong 2005	Ph II	19	45 Gy RCT + boost 1x25Gy	94%	8,3 mois	69% G1-2 13%G3 tardive : 13% ulcères G2	
Hoyer 2005	Ph II	22	3x15 Gy ICRU ref	57%	5,4 mois	79% G _≥ 2 tardive : 4,5% G4 perforation	
Schellenberg 2008	Ph II	16	1x25 Gy isodose 62-77%	81% (100% à 1 an)	11,4 mois	13% G2 6% G3 tardive 31%G2 ulcères 6%G3 sténose 6%G4 perforation	
Schellenberg	Ph II	20	1x25 Gy ICRU ref	94% à 1 an	11,8 mois	pas de tox _≥ G3 tardive 15%G2 ulcères 5%G4 perforation	
Herman 2015	Ph II	49	5x6,6 Gy isodose 77%	83% à 1 an	13,9 mois	2% G2 tardive 11% _≥ G2	
Comito	Ph II	45	6x7,5 Gy	90 % à 1 et 2 ans	13 mois	49% _≤ G2 tardive 4% G1-2	
Mahadevan 2010	rétrospectif	36	3x8-12 Gy isodose 95 %	78 % 1 an	14,3 mois	33% G1-2 8%G3, dose adaptée au volume de duodenum irradié	Gemcitabine post SBRT
Mahadevan 2011	rétrospectif	39	3x8-12 Gy isodose 95 %	85 % 1an	20 mois	41% G1-2 0% G3 aigu 9%G3 tardif	Gemcitabine pré-SBRT
Polistina 2010	rétrospectif	23	3x10 Gy isodose 80 %	80%	36,5 mois	20%G1, 2 G2, 1 ulcère duodéal et 2 sténose duodénales tardives	Gemcitabine pré-SBRT
Moningi 2015	rétrospectif	74 + 14 borderline	5 x 5-6,6 Gy	61 % 1 an	18,4 mois	3,4 % G3-4 aigu 5,7 % G2-4 tardif	
Gurka 2013	phase I	10	5 x 5Gy	40%	12,2 mois	0% G3	
Rwigema 2011	rétrospectif	71	1 (ou4f) dose mediane 24 Gy	77%	10,3 mois	4,2% G3	

Récidive locale après chirurgie 20% à 60%

Rwigema et al.

24 patients

Résection R1 ou R2

Survie sans récurrence à 1 an 66%

Survie à 1 an 80.4%

Survie médiane 26,7 mois

Pas de toxicité \geq G3

→Rwigema ; J Gastrointest Cancer 2011

Chuong et al. at Moffitt Cancer Center

30 patients XBRT + CT

21 (70%) résécés 95 % R0 76% N0 1 RC histo

Survie médiane 20 mois

Survie sans progression à 1 an 61%

Pas de tox >2

→ Chuong J Radiat Oncol 2012

Chuong et al.

Rétrospectif 57 patients "borderline"

Chimio d'induction gemcitabine puis Stéréo 35 Gy sur les zones de contact vasculaire, 25 Gy reste de la tumeur

chirurgie 56.1% 96.9% (31/32) R0

Réponse histo complete 3 (9.3%)

Survie médiane 16,4 mois

Tox tardive G3 5,3%

→ Chuong IJROBP 2013

Pittsburgh 12 patients 5 avancés et 7 borderline

CT puis SBRT

RC histo 25 %

Résection R0 92%

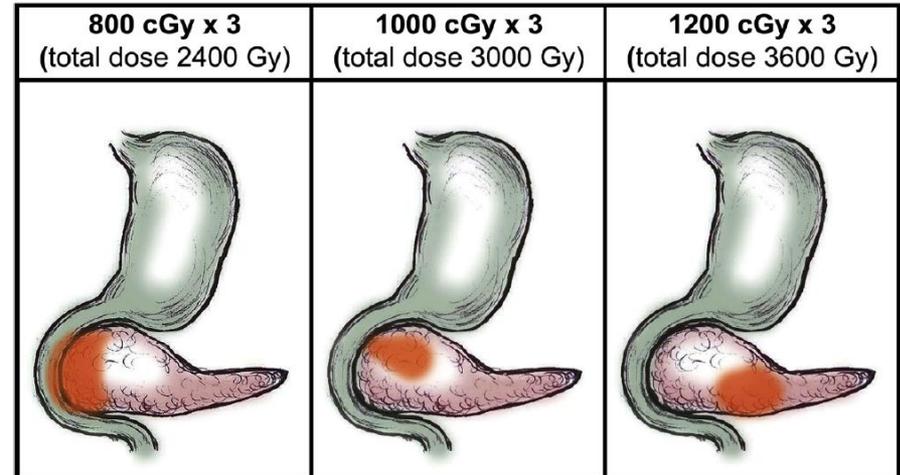
→ Rajagopalan et al. Pathologic response with neoadjuvant chemotherapy and stereotactic body radiotherapy for borderline resectable and locally-advanced pancreatic cancer. Radiat Oncol 2013

Projet d'étude Clinique multicentrique français

FACTEURS DE RISQUE DE TOXICITÉ DUODÉNALE

Quelles contraintes au duodénum ?

Abdomen	3 f
Foie irradiation totale	
Foie irradiation partielle	V15 < 50 %
	V21 < 33%
	(Vtotal-V17) > 700 cm3
Foie / cirrhose irradiation totale	
Foie / cirrhose irradiation partielle	
Estomac	V19 < 10 cm3
	V21 < 5 cm3
	V25 < 0,5 cm3
Duodénum	
	V15 < 5 cm3
	V24 < 0,5 cm3
Intestin grêle	V16 < 5 cm3
	V27 < 0,5 cm3
Colon	V20 < 20 cm3
	V30 < 1 cm3
Reins	
	V10 < 50 %
	(Vtotal - V15) > 200 cm3
Rein unique ou insuffisance rénale	
Hile rénal	V18 < 66 %



→ Mahadevan IJROBP 2010

70 ans

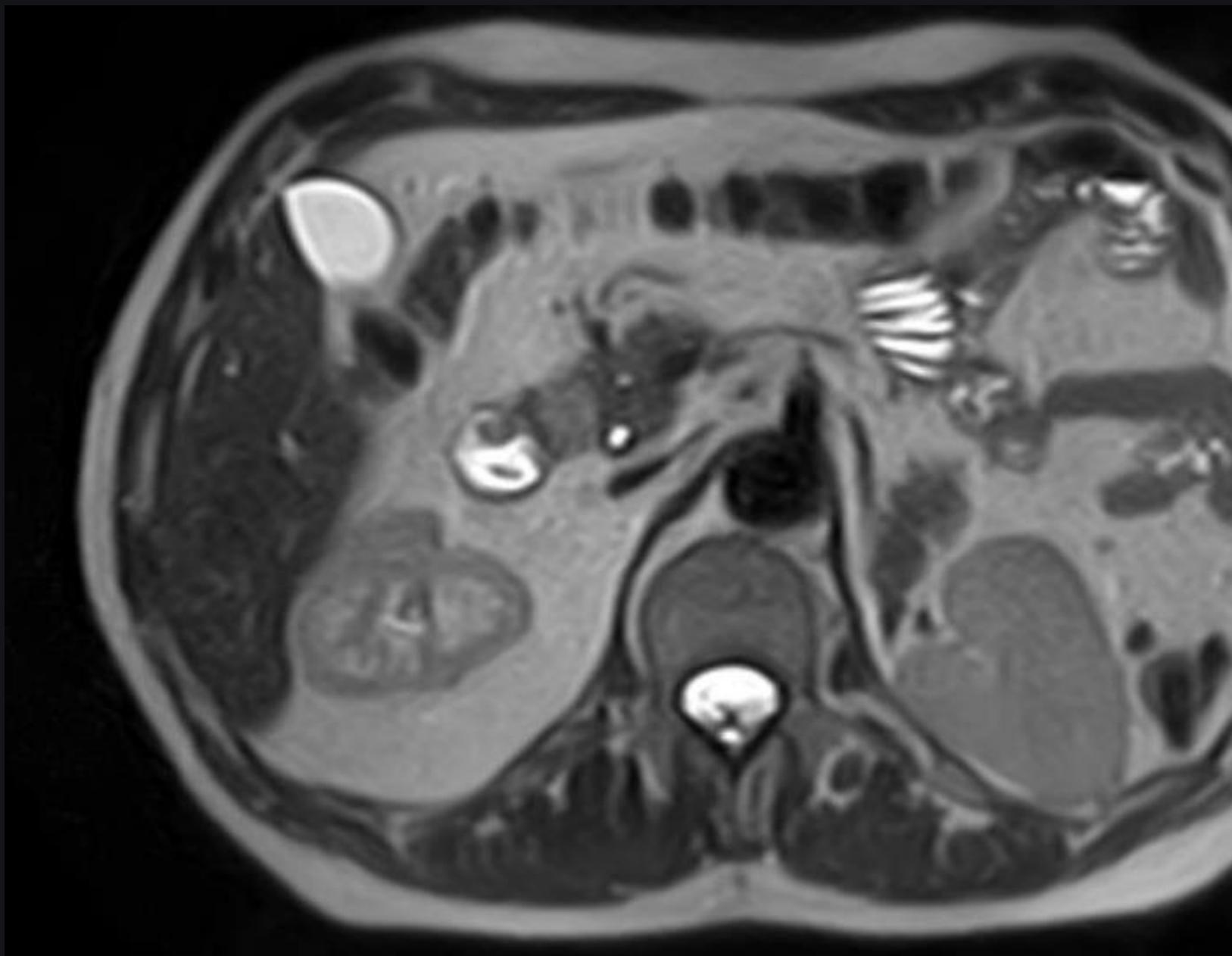
Mélanome
choroïdien
métastatique

Métastases
hépatique et
rénale opérées

Lésion
pancréatique



IRM de
centrage
T2

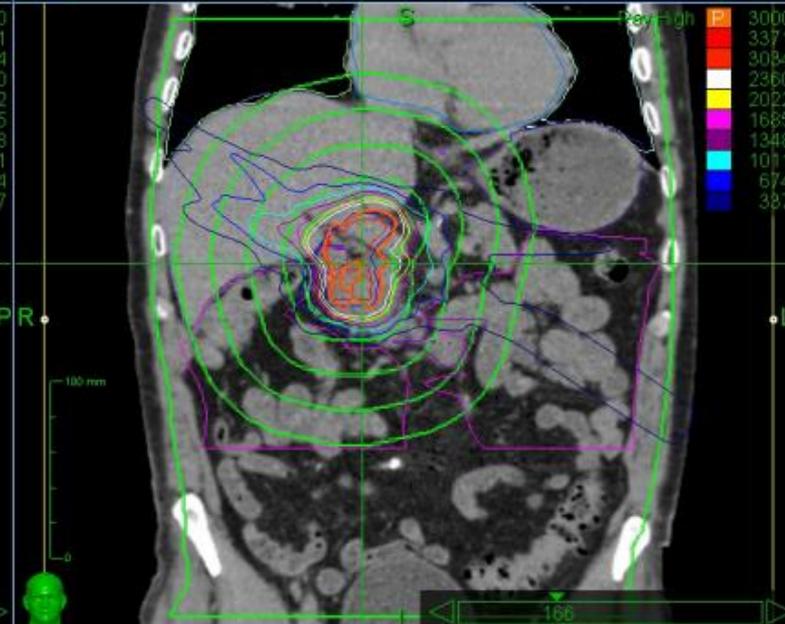
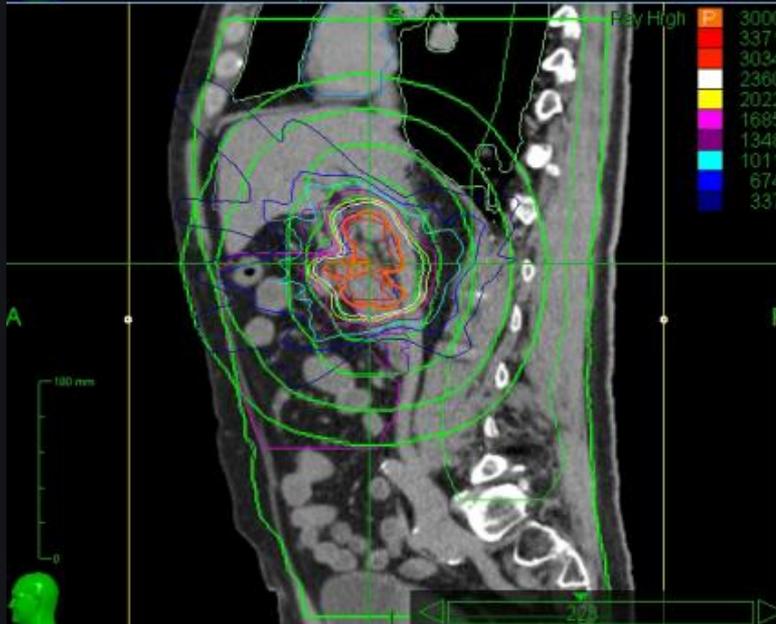
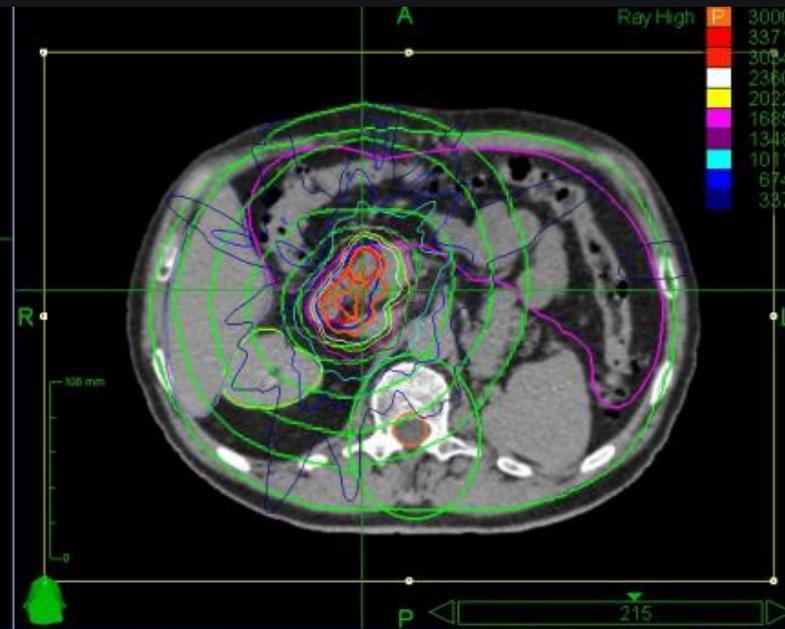
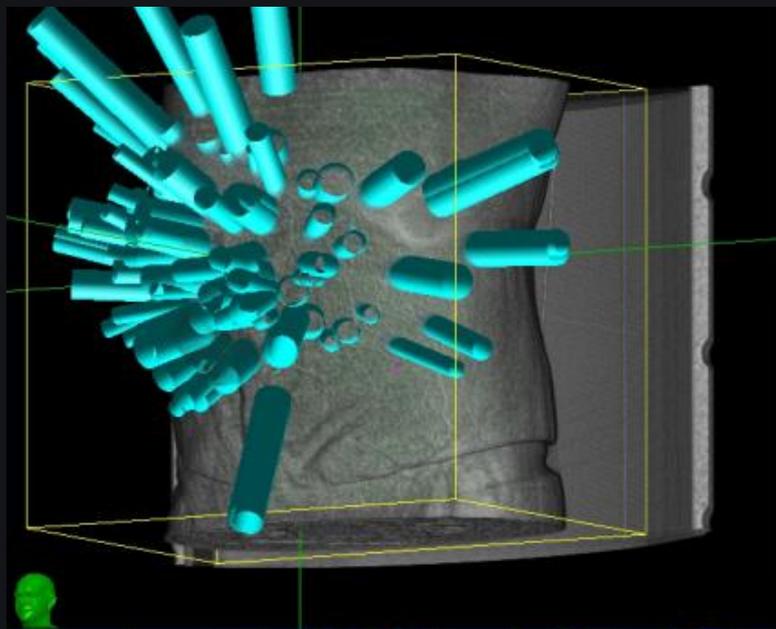


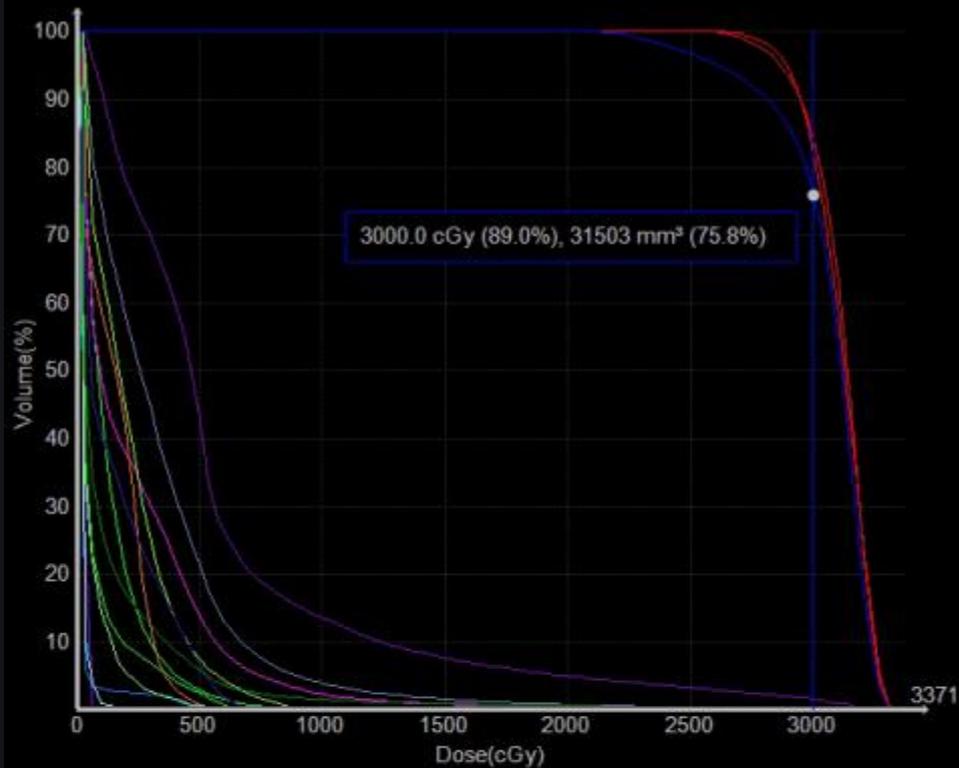
6x5Gy = 30 Gy

« spine tracking »

Ceinture abdominale

Tox aiguë
Nausées G2





Nodes	58	Beams	107		
Total MU	28915.3	Min MU	60.6	Max MU	605.9
Max Dose (cGy)	3370.79	Estimated Treatment Time Per Fraction (minutes)	32		

Dose Statistics Table Dx Vx Values Plan Information

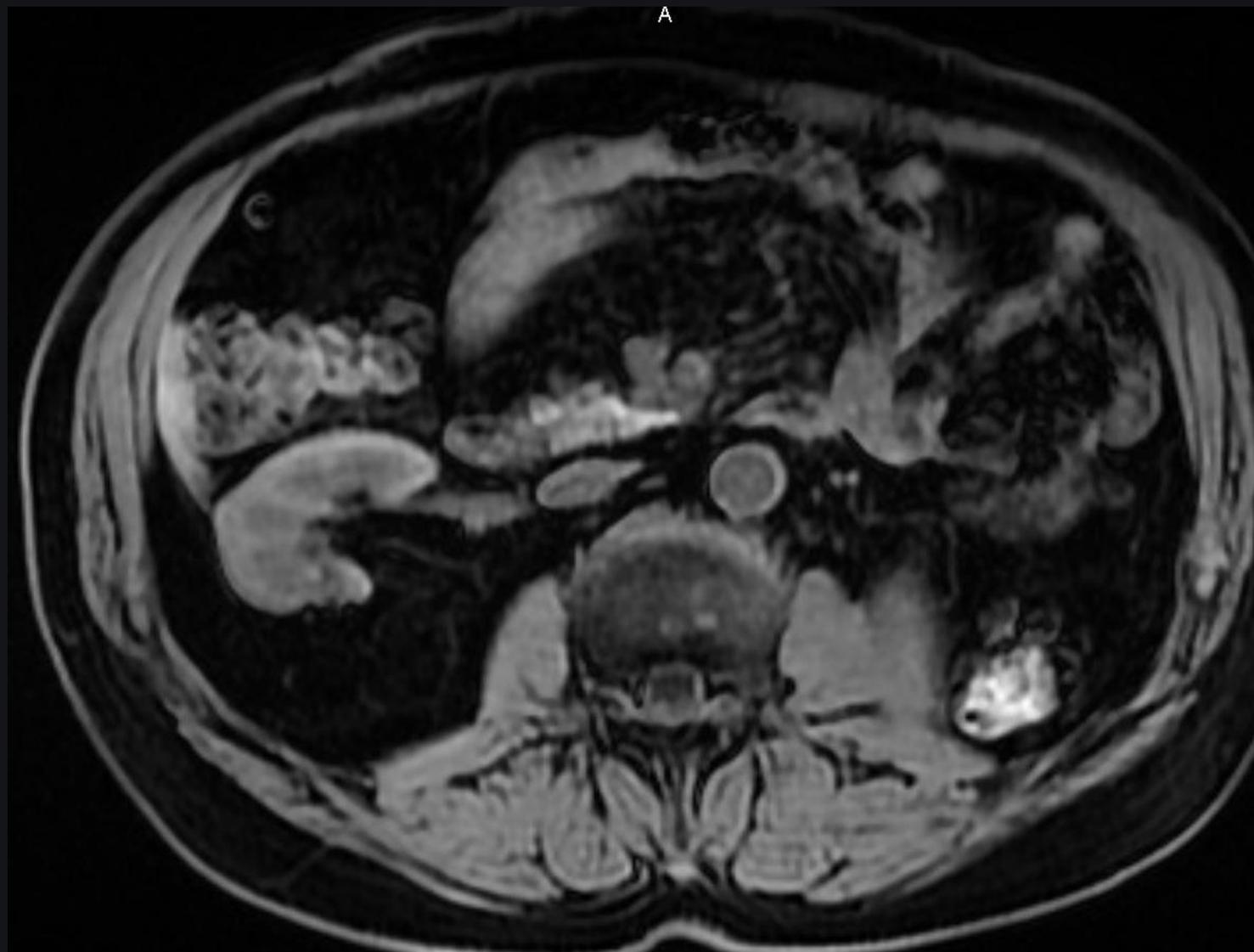
	DVH	Dose (cGy)	Dose (%)	Volume (mm ³)	Volume (%)
duodenum		1900.0	56.4	11989	5.3
duodenum		3500.0	103.8	0	0.0
grele		2250.0	66.8	3574	0.2
rein d		0.0	0.0	164126	100.0
rein d		1950.0	57.9	0	0.0
foie		0.0	0.0	1409976	100.0
foie		2250.0	66.8	6413	0.5

Dernière nouvelles

1 an après traitement

Asymptomatique

Pas de lésion évolutive





CLINICAL CASE - LILLE

86 ans

Excellent état général

Ictère révélant une lésion tumorale de la tête du pancréas

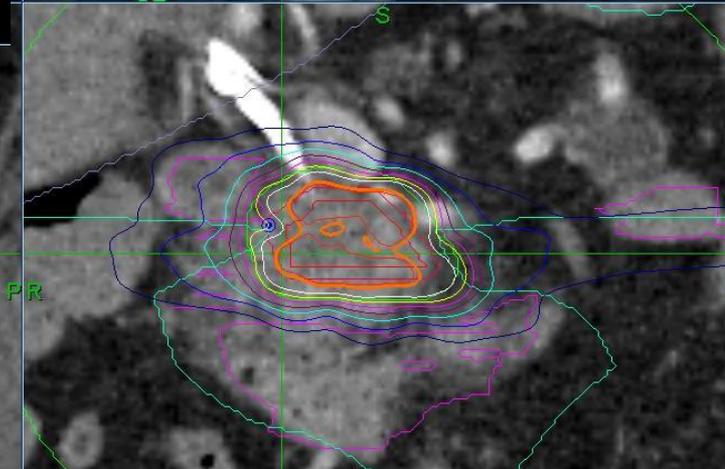
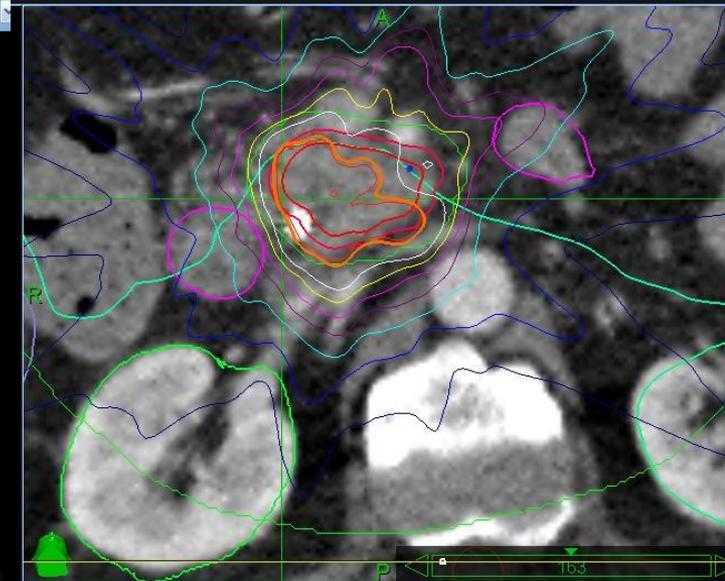
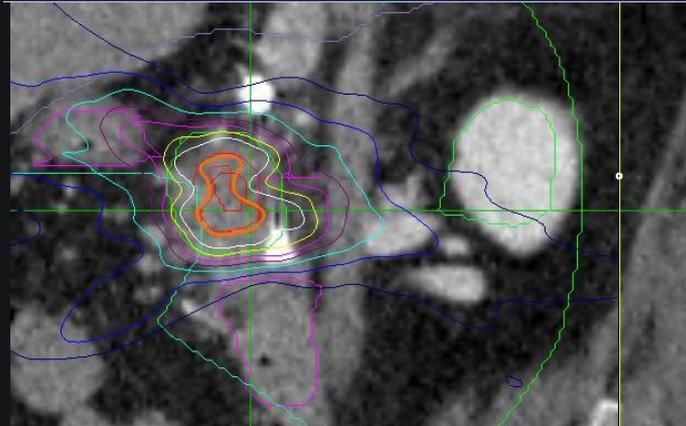
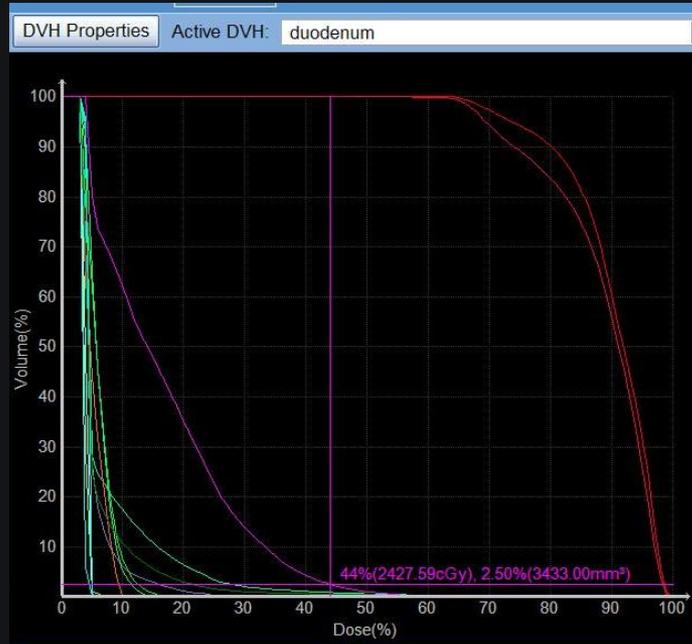
(père de médecin ...)

Tracking sur l'endoprothèse

6 x 8 Gy

Excellente tolérance

9 mois après traitement :
réponse morphologique
et normalisation du Ca19-9



Prise en compte de Mouvements ?

☑ Tracking ?

- Pose de fiduciel ?
- Sur endoprothèse ?

☑ Respiration bloquée ? ITV ?

Quelle définition du volume ? GTV ? CTV ?

3 à 6 séances

Il est indispensable de prendre en compte les mouvements respiratoires, d'adapter les volumes en fonction

Selon le volume de duodénum inclus dans le PTV, on adapte le fractionnement et la dose totale



QUELLE RECHERCHE CLINIQUE ?

Phase II

- ✔ Efficacité et toxicité
- ✔ en association avec thérapies ciblées et/ou immuno
- ✔ Projet tumeurs « borderline », objectif résécabilité, taux de RC histo

Phase III ?

- ✔ Confrontation frontale avec la chirurgie ?
 - Cf poumon ...
 - Sur quel critère ? Évaluation de la réponse difficile ++

- ✔ Patients fragiles inopérables : comparer à quoi ?

Stereopan : chimio + stéréotaxie néo-adjuvant pour pancréas borderline

- ✔ PHRC-K 2017
- ✔ Phase II multicentrique
- ✔ 5 x 6 Gy = 30 Gy + SIB sur zone de contact vasculaire 5 x 8 Gy = 40 Gy
- ✔ Objectif principal = faisabilité
- ✔ Objectifs secondaires
 - ...
 - Mortalité périopératoire
 - Taux de résection R0
 - ...

Pancréas, rein et surrénale = problématiques semblables

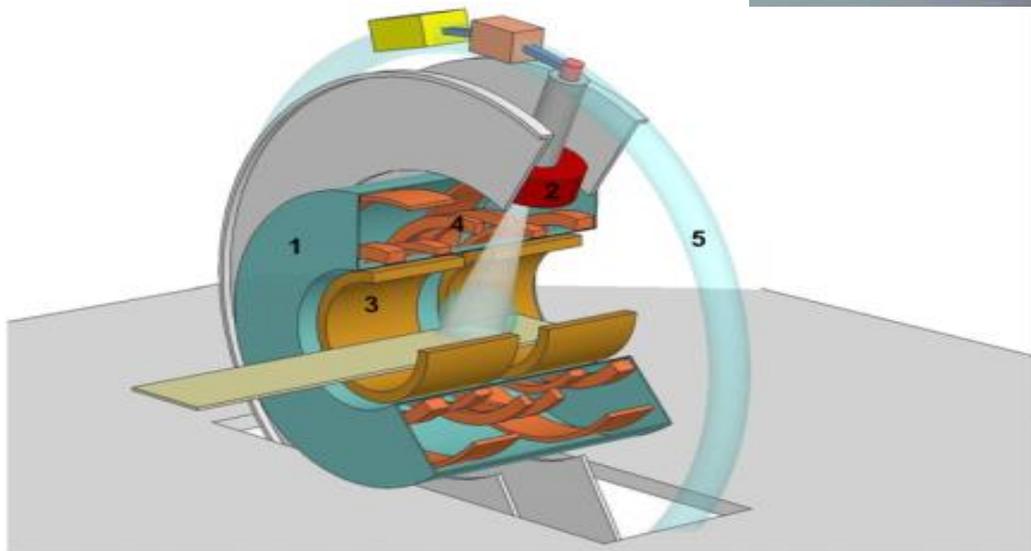
- ✔ Mobiles => prise en compte des mouvements respiratoires
- ✔ Organes digestifs creux à proximité
- ✔ Organes plutôt en parallèle
- ✔ « radiorésistance » remise en cause par l'hypofractionnement

La radiothérapie stéréotaxique hypofractionnée

- ✔ Efficace
 - Comme dans toutes les indications (85-90 % de contrôle local)
- ✔ Peu toxique
 - Si les contraintes sur les OAR sont respectées
- ✔ Pertinente sur le plan médico-économique

Recherche clinique : il faudra faire sans « grandes études randomisées de phase III »

Intérêt probable pour les tumeurs de l'abdomen supérieur



IRM Linac

Gestion du mouvement pendant le traitement

Tracking sur l'organe ou sur la lésion

Radiothérapie adaptative

