SOCIÉTÉ FRANÇAISE
DE SÉNOLOGIE
ET DE PATHOLOGIE
MAMMAIRE

SFSPM

ORLAM
Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

Quelles indications des nouvelles modalités de la radiothérapie ?

Virginie MARCHAND
Oncologue radiothérapeute Lyon
(Hôpital Privé Jean Mermoz / Clinique Charcot)

Mustapha KHODRI
Daniel N'GUYEN
Physiciens ORLAM

SOCIÉTÉ FRANÇAISE
DE SÉNOLOGIE
ET DE PATHOLOGIE
MAMMAIRE

SFSPM

ORLAM

Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

Aucun conflit d'intérêt

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SÉNOLOGIE ET DE PATHOLOGIE MAMMAIRE

SFSPM

ORLAM

Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

Objectifs de la radiothérapie

- Améliore le contrôle local et la survie globale
- Place majeure dans la conservation mammaire
- Conserve une place après mastectomie
- Minimiser les risques de séquelles : qualité de l'irradiation

Effect of radiotherapy after breast-conserving surgery on 10-year recurrence and 15-year breast cancer death: meta-analysis of individual patient data for 10 801 women in 17 randomised trials

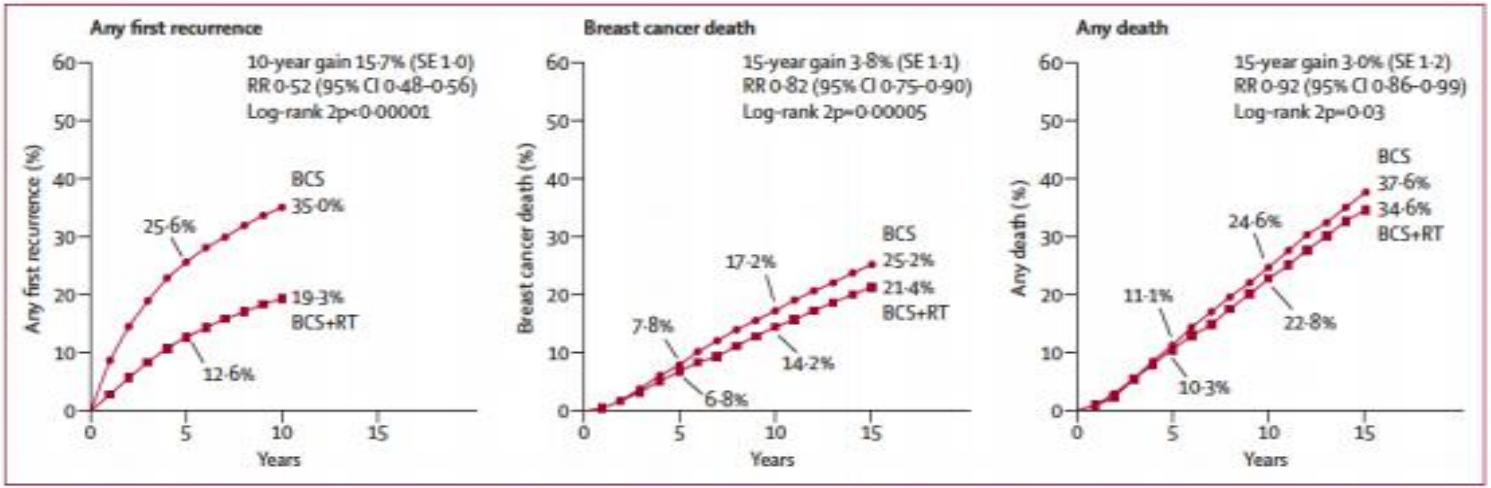


Figure 1: **Effect of radiotherapy (RT) after breast-conserving surgery (BCS) on 10-year risk of any (locoregional or distant) first recurrence and on 15-year risks of breast cancer death and death from any cause in 10 801 women (67% with pathologically node-negative disease) in 17 trials**
Further details are in webappendix p 5. RR=rate ratio. Rate ratios in this figure include all available years of follow-up.

EBCTCG Lancet 2011

SOCIÉTÉ FRANÇAISE
DE SÉNOLOGIE
ET DE PATHOLOGIE
MAMMAIRE

SFSPM

ORLAM
Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

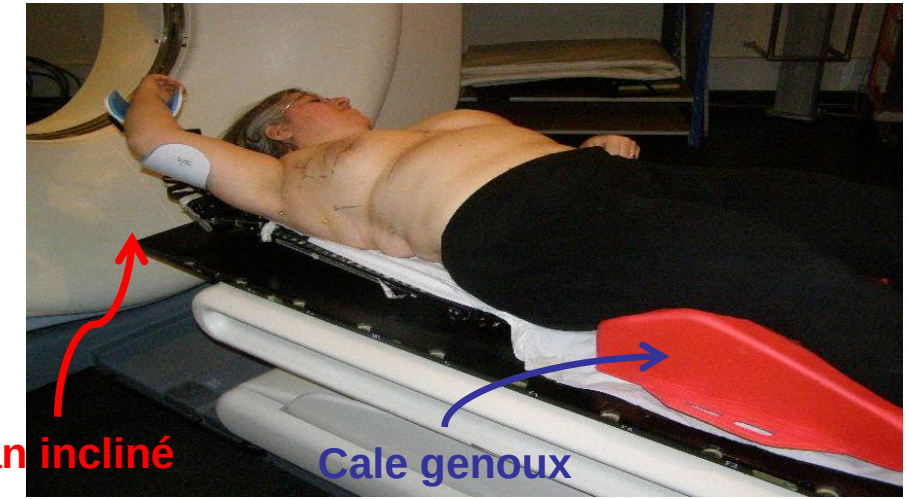
Innovations technologiques

- Imagerie
- Accélérateurs de particules
- Techniques de traitement

Innovations technologiques :
Imagerie

Mise en place au scanner

- Patiente allongée sur un plan incliné
- Bras relevé
- Cale sous les genoux



SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SÉNOLOGIE ET DE PATHOLOGIE MAMMAIRE

ORLAM
Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

Innovations technologiques

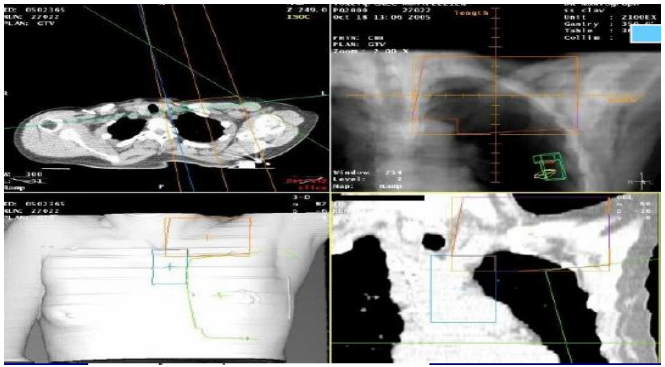
Imagerie- Simulation Virtuelle

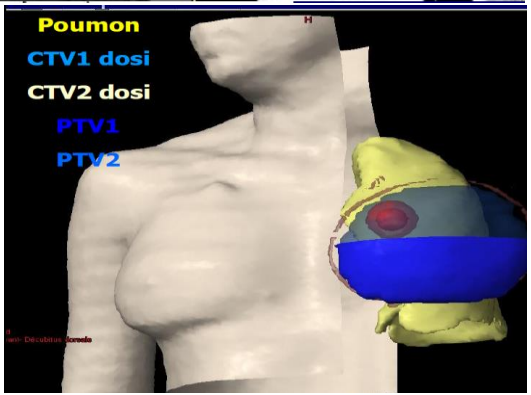
Scanner 3D et 4D (dimension temporelle)

Imagerie multimodale associée :

- ✓ PET-CT
- ✓ IRM

➔ Obtenir une information anatomique et fonctionnelle pour une définition de volume la plus précise possible

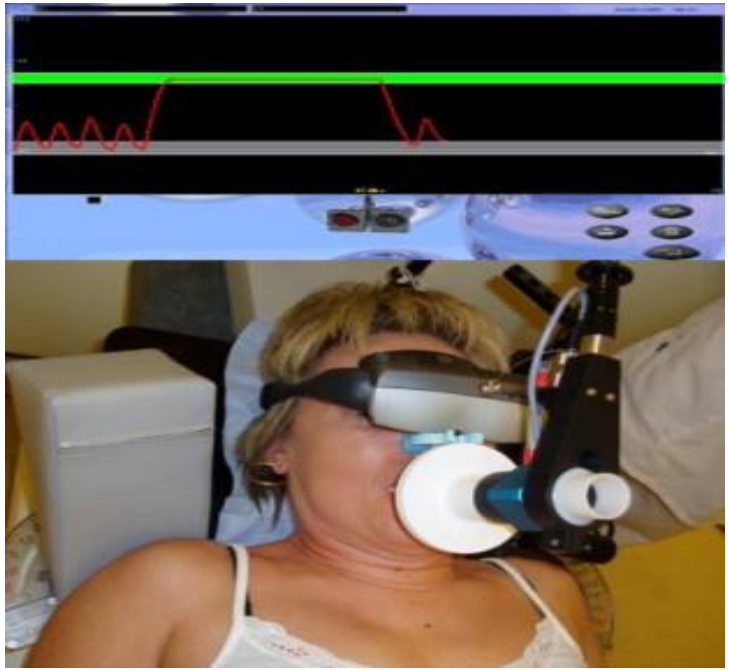


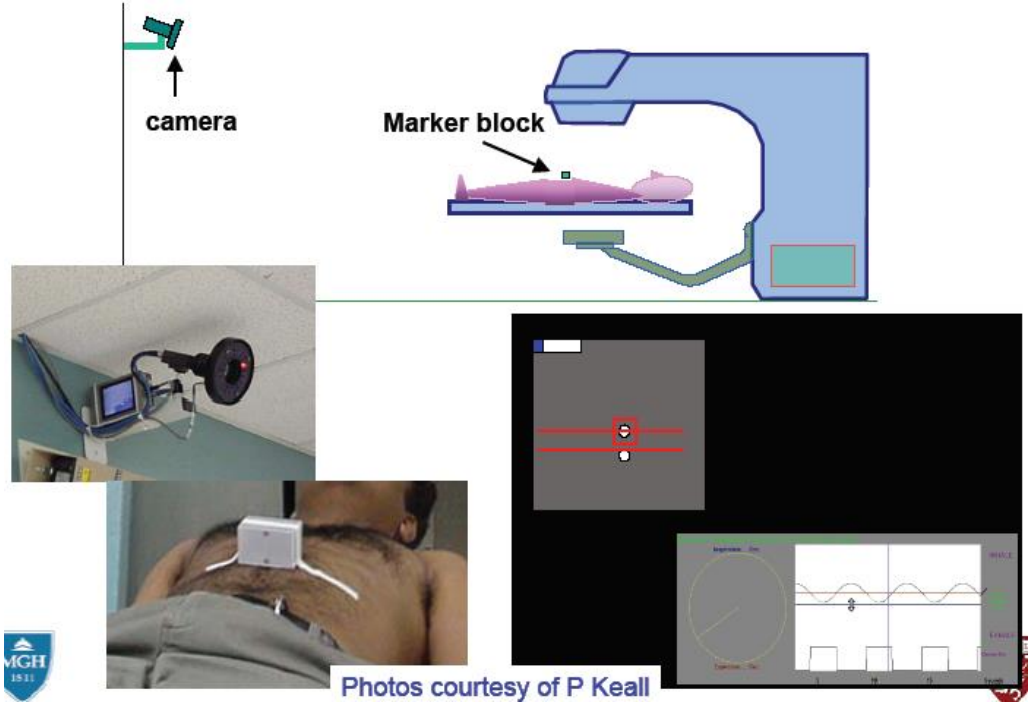


SOCIÉTÉ FRANÇAISE
DE SÉNOLOGIE
ET DE PATHOLOGIE
MAMMAIRE

ORLAM
Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

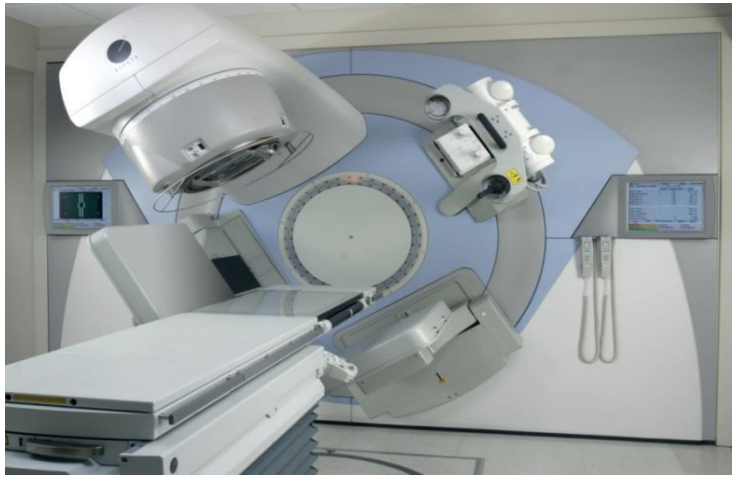
Blocage respiratoire

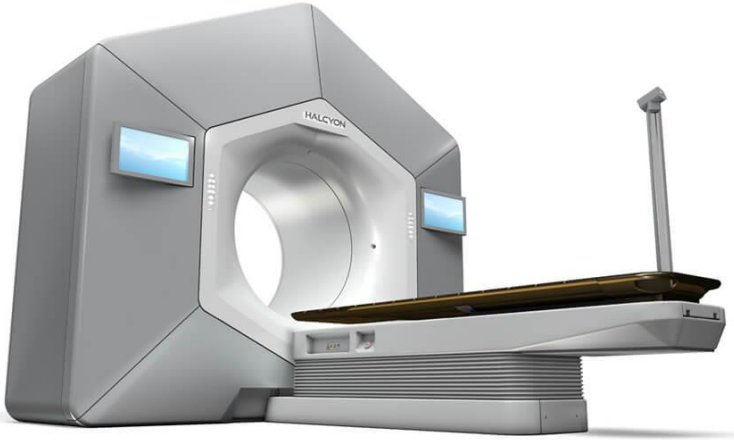


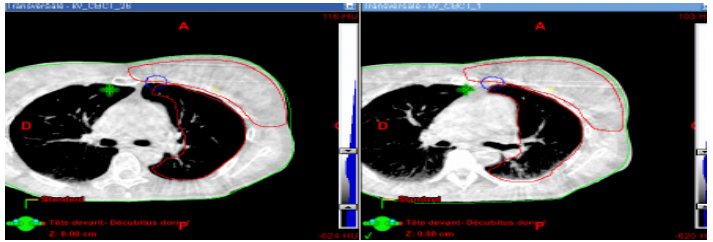


Innovations technologiques :

Accélérateurs de particules







- CT sur un accélérateur linéaire
- *Cone beam CT et imagerie KV-MV*

SOCIÉTÉ FRANÇAISE
DE SÉNOLOGIE
ET DE PATHOLOGIE
MAMMAIRE

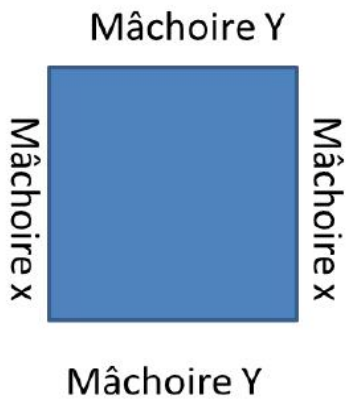
SFSPM

ORLAM
Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

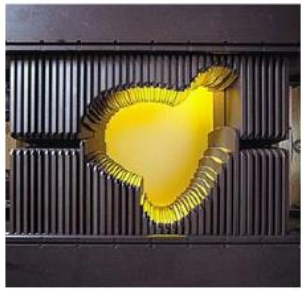
Innovations technologiques :

Evolution des techniques de traitement

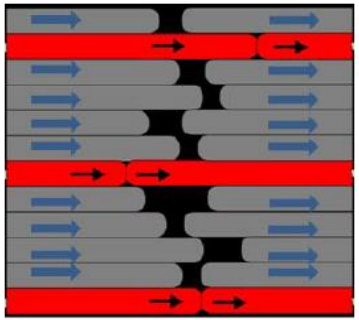
RT 2D



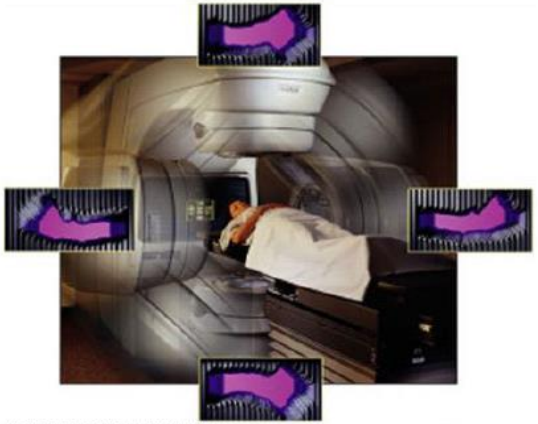
RC3D



RCMI



AVMI



SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SÉNOLOGIE ET DE PATHOLOGIE MAMMAIRE

SFSPM

ORLAM

Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

Innovations technologiques au service des problématiques rencontrées dans la radiothérapie du sein

- Aires ganglionnaires et gestion des recoupes : technique monoisocentrique
- Gestion de la respiration – protection du coeur
- Indications RCMI / AVMI
- Irradiation partielle du sein

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SÉNOLOGIE ET DE PATHOLOGIE MAMMAIRE

SFSPM

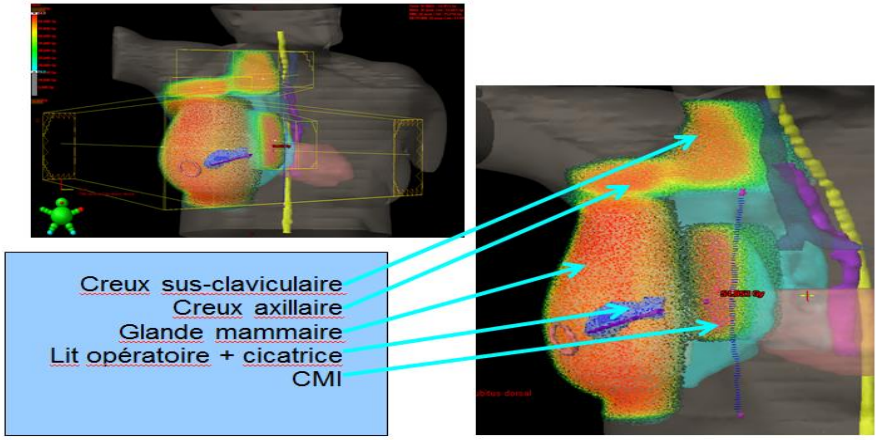
ORLAM

Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

Innovations technologiques au service des problématiques rencontrées dans la radiothérapie du sein

- **Aires ganglionnaires et gestion des recoupes : technique monoisocentrique**
- **Gestion de la respiration – protection du coeur**
- **Indications RCMI / VMAT**
- **Irradiation partielle du sein**

Irradiation des aires ganglionnaires



Radiothérapie Axillaire

•Rarement réalisée du fait de sa toxicité et de l'absence de bénéfice démontré.

•Malgré tout recommandée en cas :

- d'envahissement ganglionnaire massif
- avec RC et surtout envahissement de la graisse.

- ***quadrants externes, pN0 :***

⇒ 0

- ***pN+ :***

⇒ apex, sus-clav +/- CMI

- ***pN-, quadrants internes :***

⇒ CMI, sus-clav

Attention : PAS de standard

➔ essais en cours

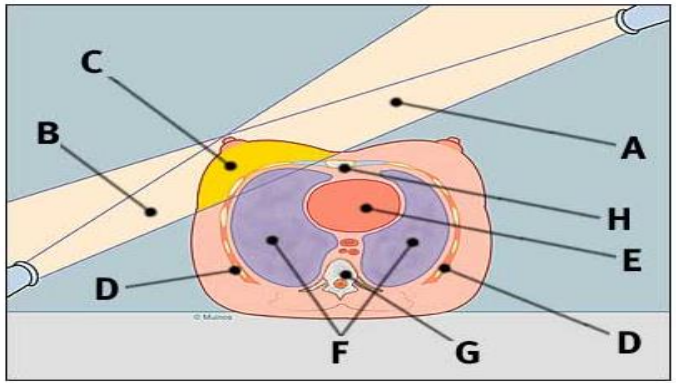
SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SÉNOLOGIE ET DE PATHOLOGIE MAMMAIRE

SFSPM

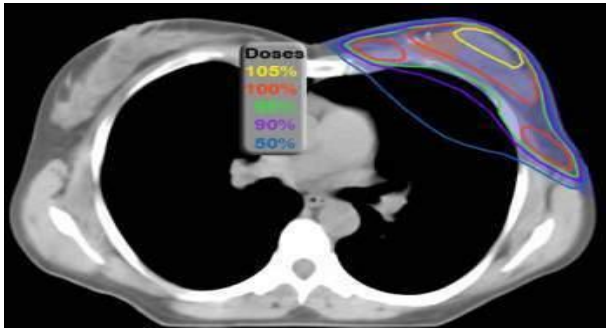
ORLAM

Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

Technique: Sein seul



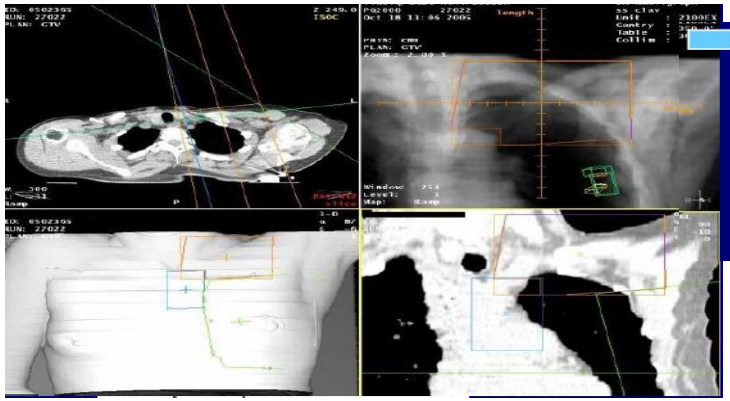
A. Radiation Beam
B. Radiation Beam
C. Breast
D. Ribs
E. Heart
F. Lungs
G. Back Bone (Spine)
H. Breast Bone

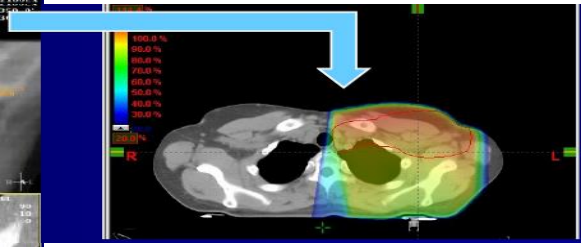


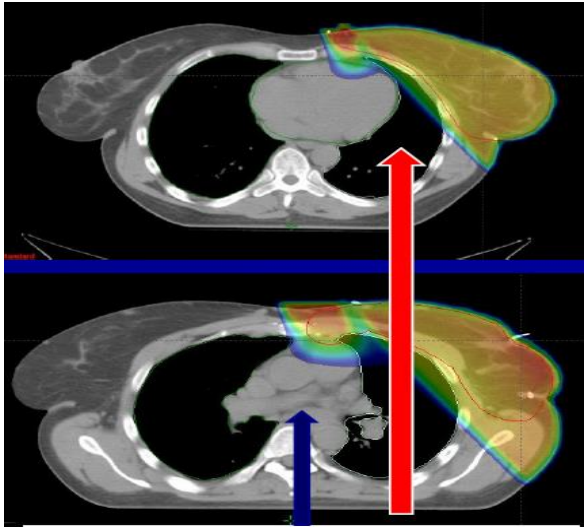
SOCIÉTÉ FRANÇAISE
DE SÉNOLOGIE
ET DE PATHOLOGIE
MAMMAIRE

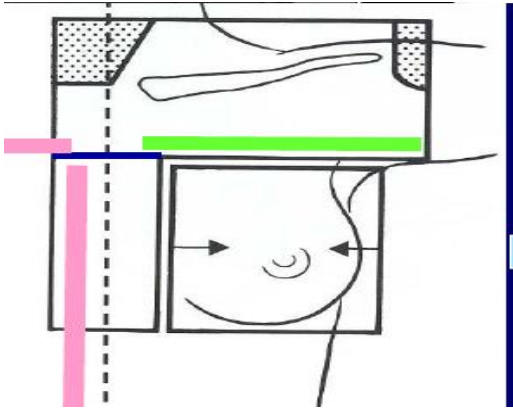
ORLAM
Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

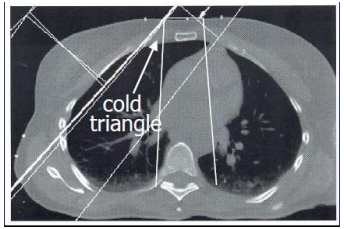
Problématique des recoupes

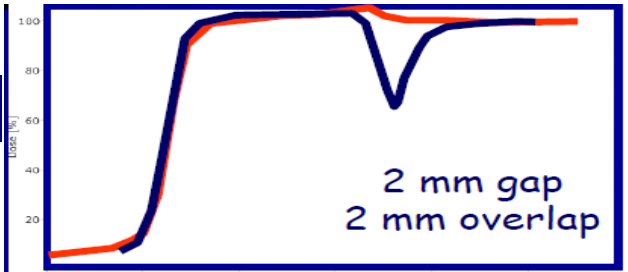












SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SÉNOLOGIE ET DE PATHOLOGIE MAMMAIRE

ORLAM Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

Irradiation paroi + ganglions

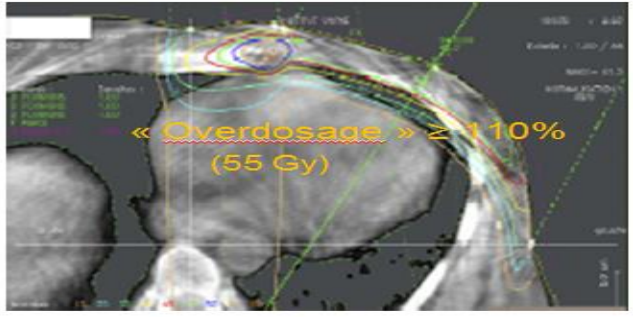
- **3 Champs séparés**

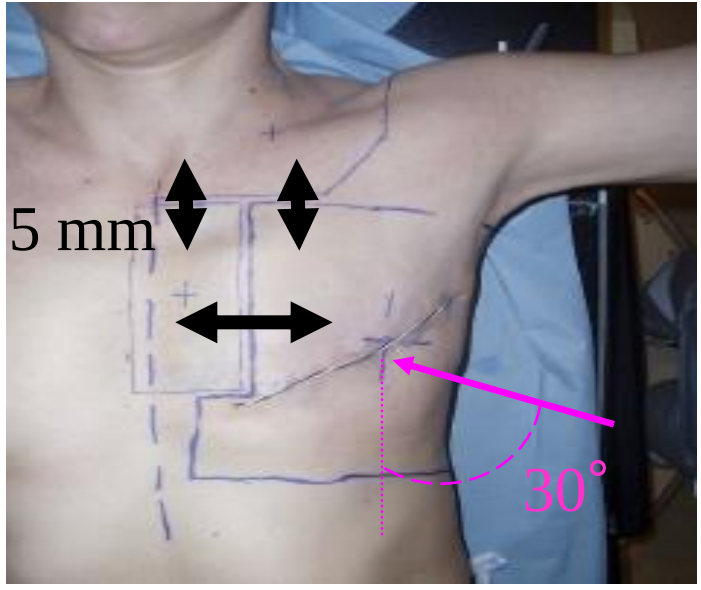
✓ CMI (e-/X)

✓ Paroi (X ou e- seuls)

✓ SCV (X seuls ou e-/X)

Problème !!





SOCIÉTÉ FRANÇAISE
DE SÉNOLOGIE
ET DE PATHOLOGIE
MAMMAIRE

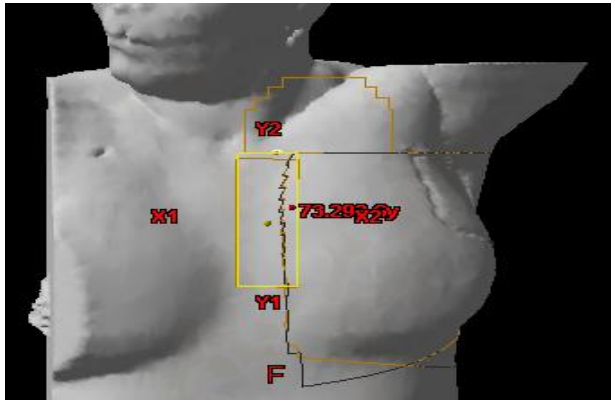
ORLAM
Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

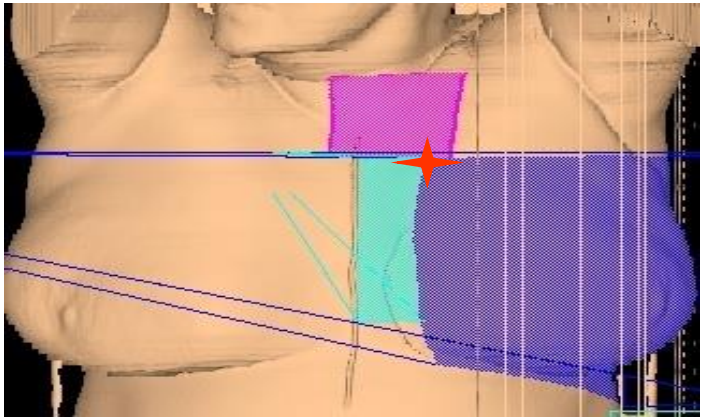
Pourquoi une technique monoisocentrique ?

- Meilleure reproductibilité :
  - Tous les faisceaux sont définis autour d'un point unique = point de jonction de tous les champs
  - Les mouvements des mâchoires de la machine vont permettre de réaliser tous les champs sans bouger la table.
  - Les manipulateurs ne rentrent plus dans la salle entre chaque faisceau.

- Éliminer les zones de sur ou sous dosages

- Moins de points de tatouages





SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SÉNOLOGIE ET DE PATHOLOGIE MAMMAIRE

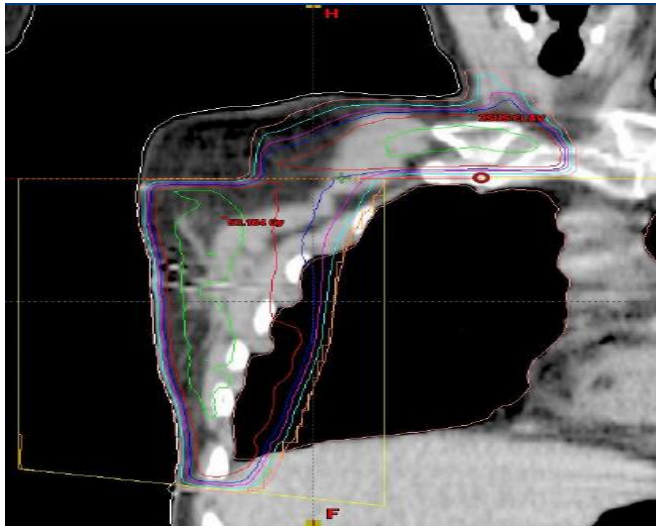
SFSPM

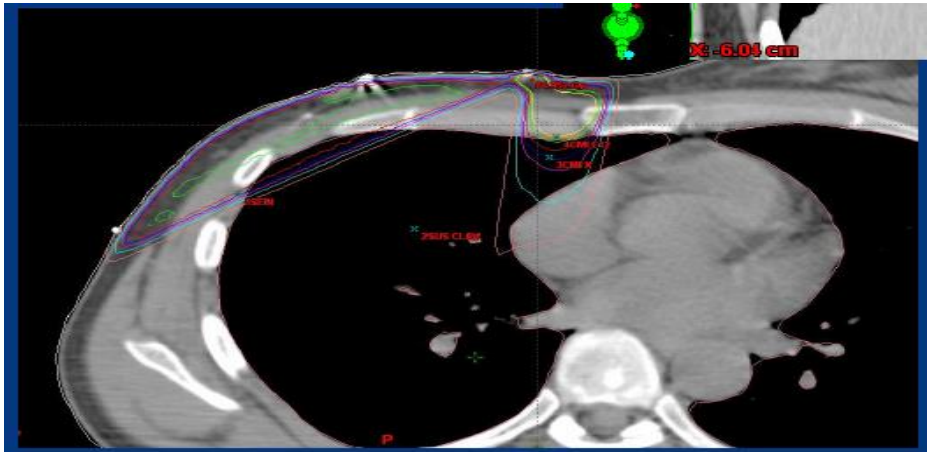
ORLAM

Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

Optimisation dosimétrique et gestion des recoupes

Sommation des divers plans : CMI X et électrons, susclav et tangentiels





SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SÉNOLOGIE ET DE PATHOLOGIE MAMMAIRE

SFSPM

ORLAM

Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

Innovations technologiques au service des problématiques rencontrées dans la radiothérapie du sein

- Aires ganglionnaires et gestion des recoupes : technique monoisocentrique
- **Gestion de la respiration – protection du coeur**
- Indications RCMI / AVMI
- Irradiation partielle du sein

Effet de la respiration

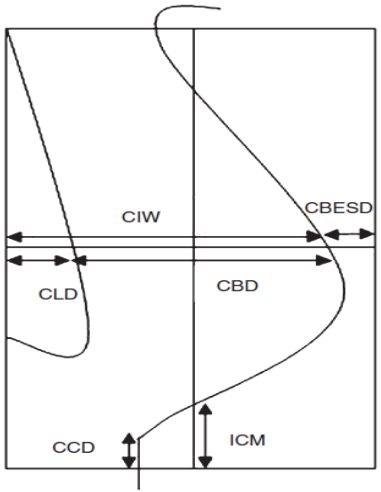


Fig. 1. Measurements typically taken to determine the magnitude of inter- and intra-fraction motion: Central lung distance (CLD), central beam edge to skin distance (CBESD), cranio-caudal distance (CCD), central irradiated width (CIW), central breast distance (CBD) and inferior central axis margin (ICM).

Table 5. Combined results for the magnitude of intra-fraction motion in breast cancer patients

Parameter (mm)	Combined results		
	Range of average movement – 1SD	Average movement – 1SD	Range of maximum deviation†
CLD (five articles)[5,7,39,47,49]	0.7–1.8	1.19	1.5–13.1
CBESD (five articles)[5,7,39,47,49]	0.73–2.1	1.26	1.6–14.9
CCD (three articles)[5,47,49]	0.9–3.2	1.82	2.0–25.6

†Fein *et al.*[7] and Kron *et al.*[39] do not report a maximum deviation.
CBESD, central beam edge to skin distance; CCD, cranio-caudal distance; CLD, central lung distance; SD, standard deviation.

Table 6. Combined results for the magnitude of inter-fraction motion (random error) in breast cancer patients

Parameter (mm)	Combined results		
	Range of average movement – 1SD	Average movement – 1SD	Range of maximum deviations†
CLD (eight articles)[5,7,39,40,45–47,49]	1.7–4.4	2.21	2.6–11.6
CIW (three articles)[46,47,49]	0.81–2.9	1.9	3.6–18.2
CBESD (six articles)[5,7,39,46,47,49]	0.63–4.4	2.20	3.05–15.6
CCD (five articles)[5,45–47,49]	0.6–4.0	2.6	3.6–22.9
CBD (three articles)[7,39,40]	2.62–3.7	3.18	NA

†Fein *et al.*,[7] Kron *et al.*,[39] Pradier *et al.*[46] and Koseoglu *et al.*[40] do not report a maximum deviation.
CBESD, central beam edge to skin distance; CBD, central breast distance; CCD, cranio-caudal distance; CIW, central irradiated width; CLD, central lung distance; SD, standard deviation.

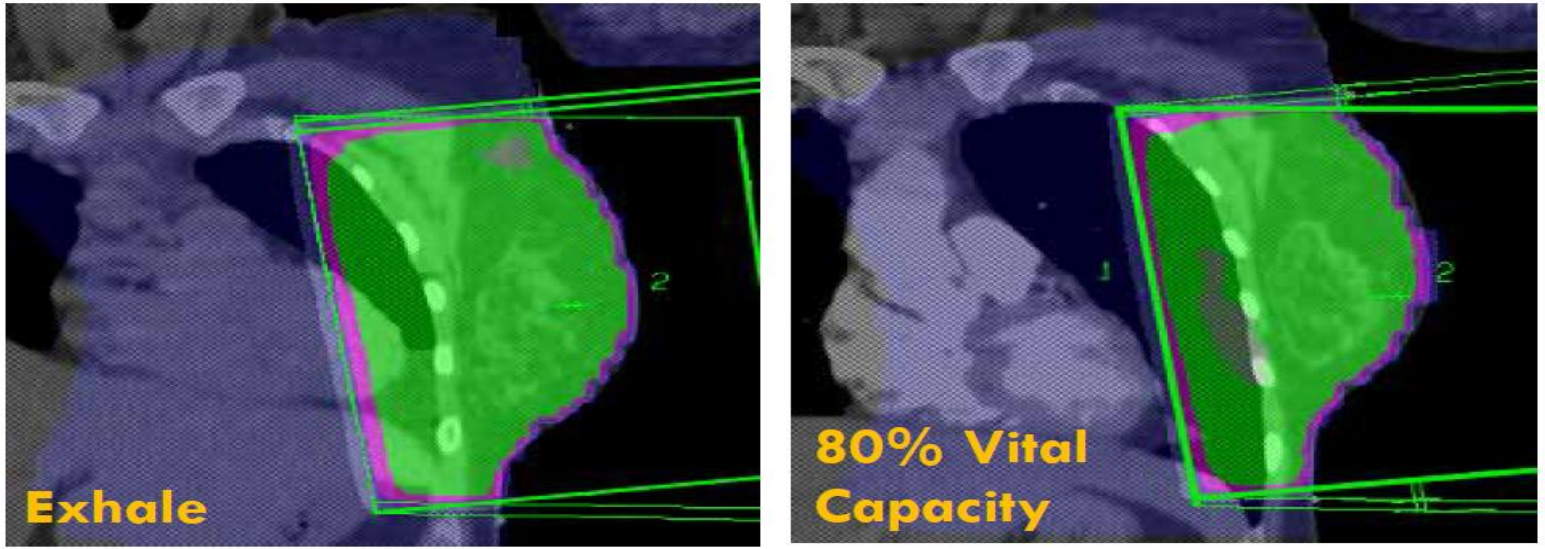
SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SÉNOLOGIE ET DE PATHOLOGIE MAMMAIRE

SFSPM

ORLAM

Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

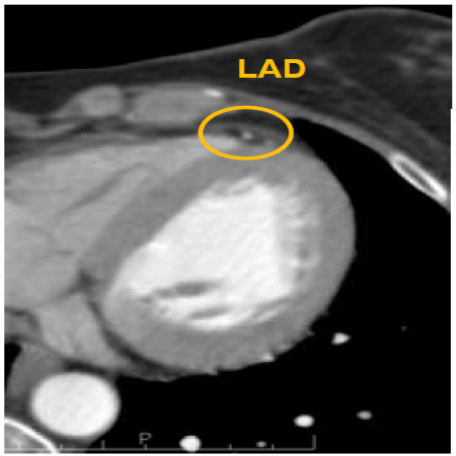
Effet de la respiration



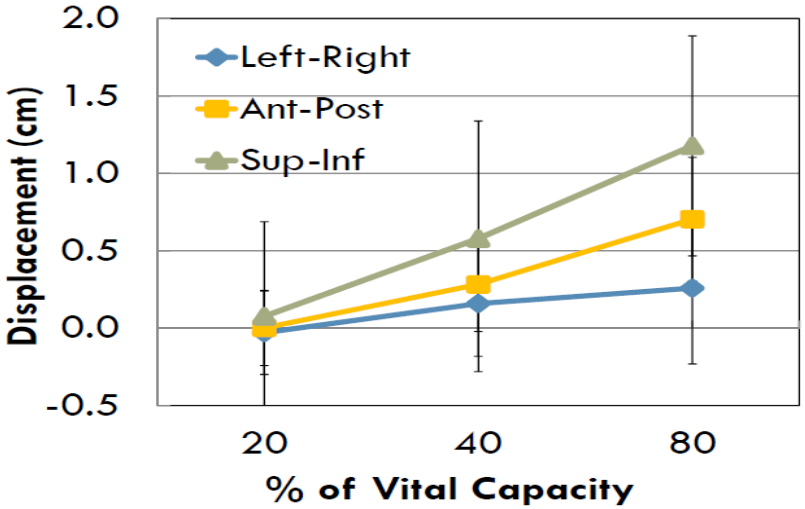
Jagsi et al. IJROBP 68, pg. 253-258 (2007)

Effet de la respiration

- **Left anterior descending coronary artery**



J. Moran



Jagsi et al. IJROBP 68, pg. 253-258 (2007)

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

ESTABLISHED IN 1812 MARCH 14, 2013 VOL. 368 NO. 11

Risk of Ischemic Heart Disease in Women after Radiotherapy for Breast Cancer

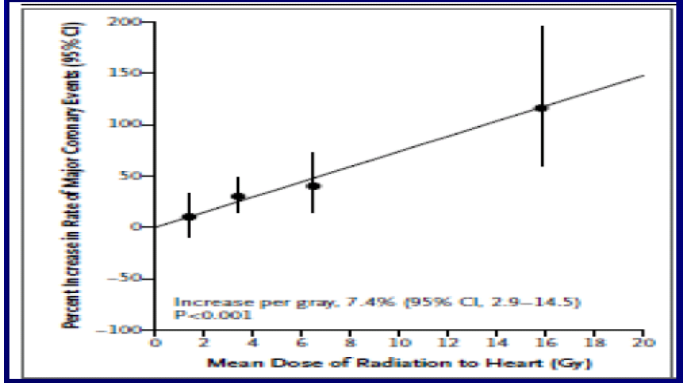
Sarah C. Darby, Ph.D., Marianne Ewertz, D.M.Sc., Paul McGale, Ph.D., Anna M. Bennet, Ph.D.,

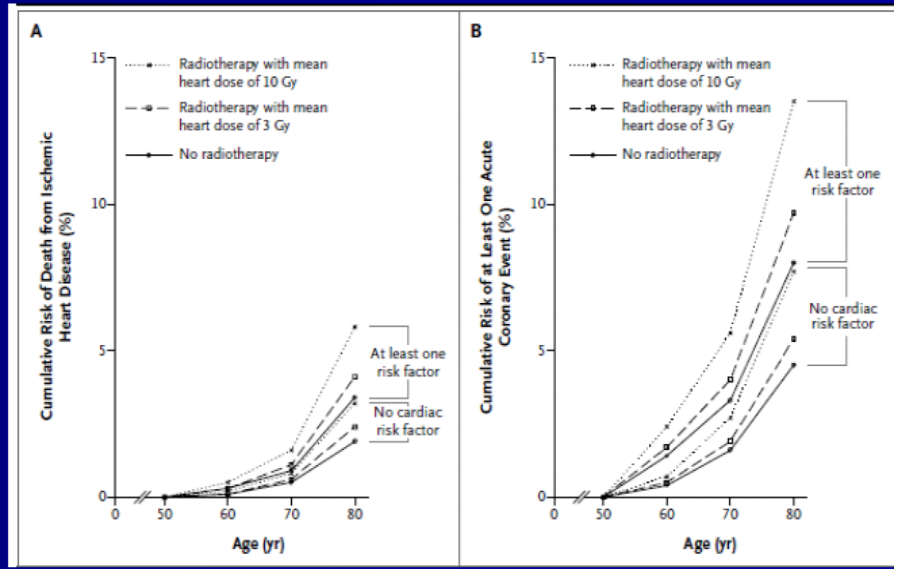
2168 pts traités entre 1958 & 2001

963 avec evts coronaires.

Mean heart dose 4,9 Gy [0,03-27,72]

– 6,6 Gy left and 2,9 Gy Right





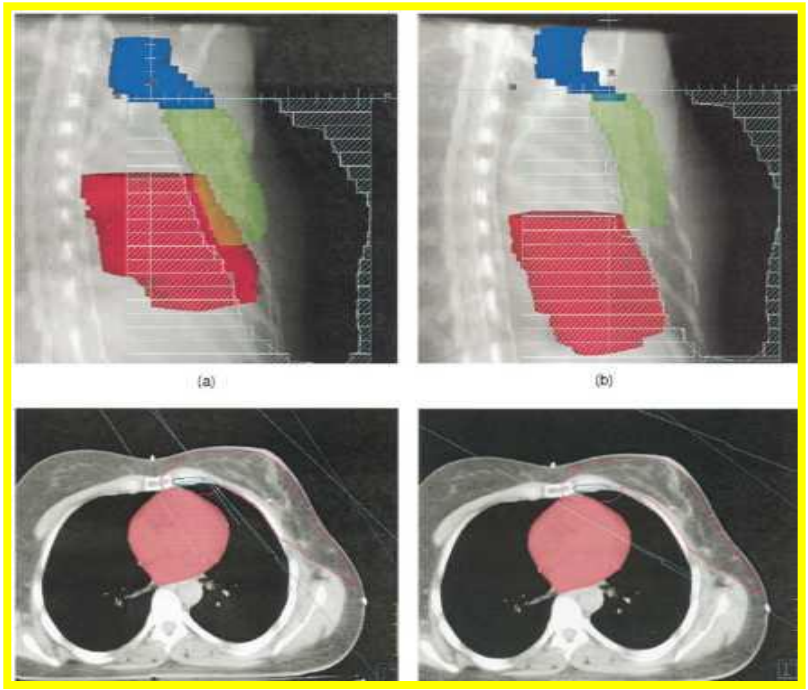
Le nombre d'evenements coronaires majeurs augmentede 7,4% par 1Gy de dose moyenne supplémentaire

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SÉNOLOGIE ET DE PATHOLOGIE MAMMAIRE

ORLAM Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

Techniques de blocage respiratoire

Active Breathing Control



Remouchamps et al 2003

Breath hold in deep inspiration

Lu et al 2000

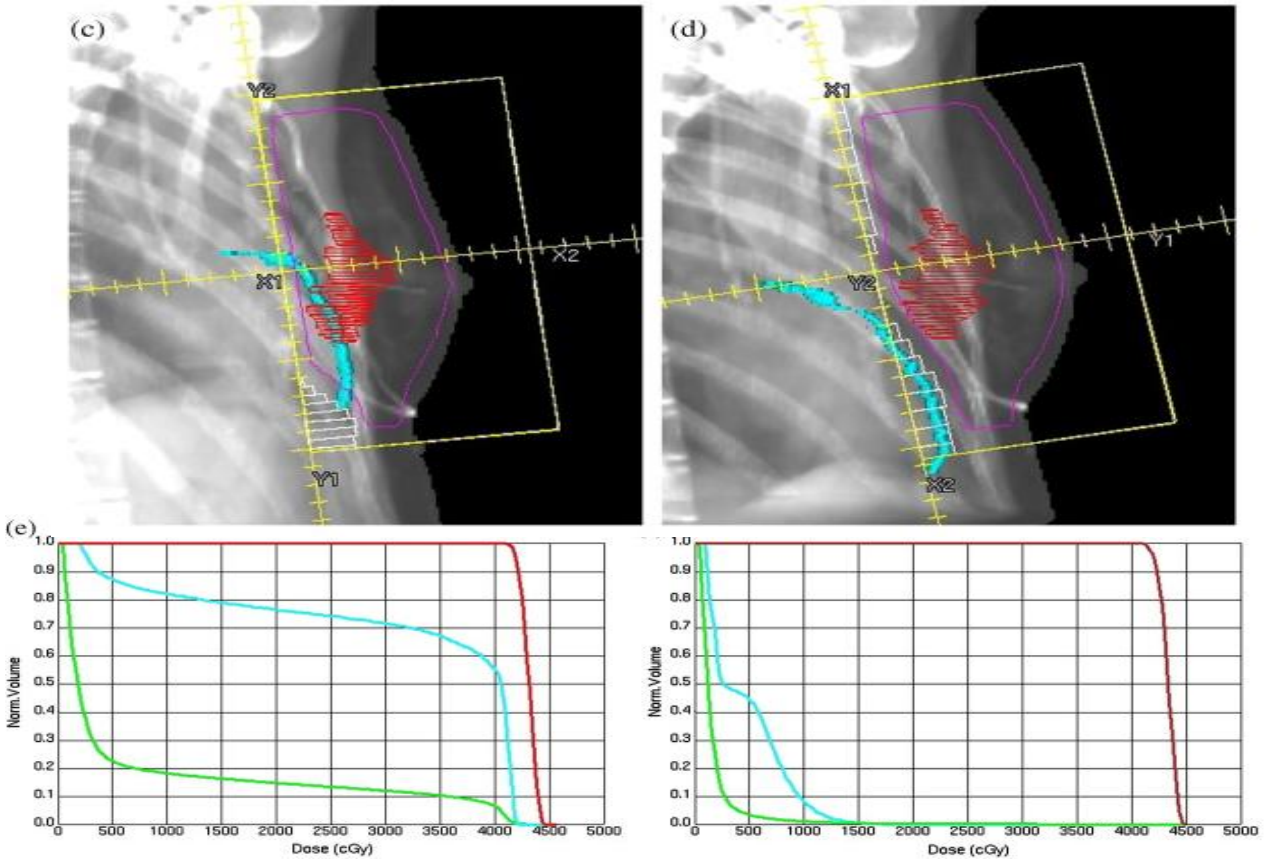
SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SÉNOLOGIE ET DE PATHOLOGIE MAMMAIRE

SFSPM

Gating-DIBH (cœur)

ORLAM

Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon



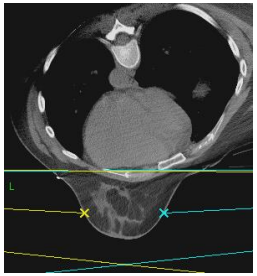
SOCIÉTÉ FRANÇAISE
DE SÉNOLOGIE
ET DE PATHOLOGIE
MAMMAIRE

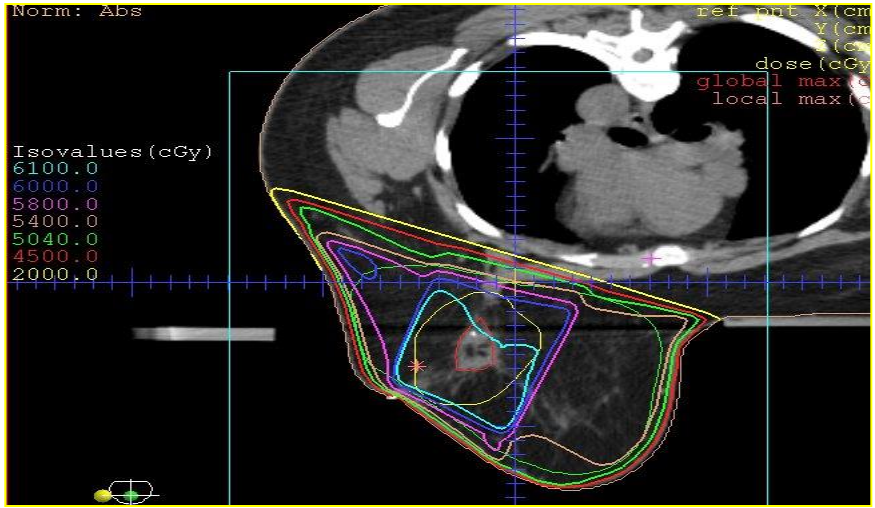
SFSPM

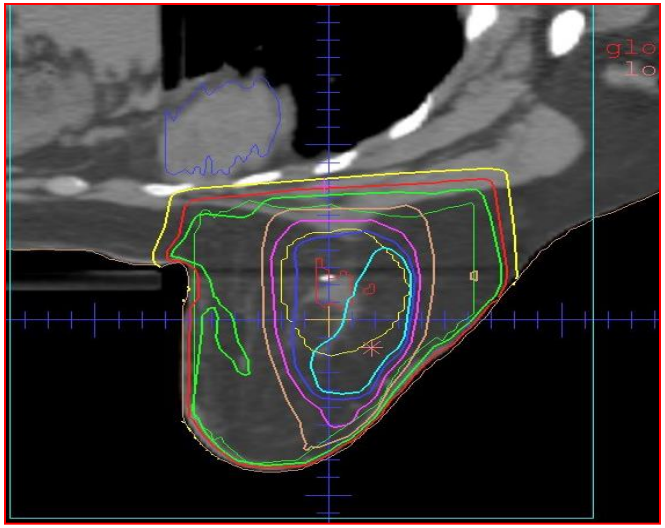
ORLAM
Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

Décubitus ventral

Exemple de l'irradiation du sein gauche : épargne du ventricule gauche et des artères coronaires.







SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SÉNOLOGIE ET DE PATHOLOGIE MAMMAIRE

SFSPM

ORLAM

Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

Innovations technologiques au service des problématiques rencontrées dans la radiothérapie du sein

- Aires ganglionnaires et gestion des recoupes : technique monoisocentrique
- Gestion de la respiration – protection du coeur
- **Indications RCMI / AVMI**
- Irradiation partielle du sein

Les indications potentielles !! non standardisées

- Au cas par cas
- Petites séries mono-institutions
- Aucune étude randomisée

- Danger :

- Eparpillement de la dose dans le poumon
- Risque des faibles doses (cancers secondaires)
- Dmax + difficiles à domestiquer

⇒ Nécessité d'équipes entraînées

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SÉNOLOGIE ET DE PATHOLOGIE MAMMAIRE

SFSPM

ORLAM

Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

Les indications choisies dans nos centres

- Volumes complexes (aires ganglionnaires)
- Particularités anatomiques (ex : thorax excavatum)
- Sein bilatéral
- Prothèse mammaire

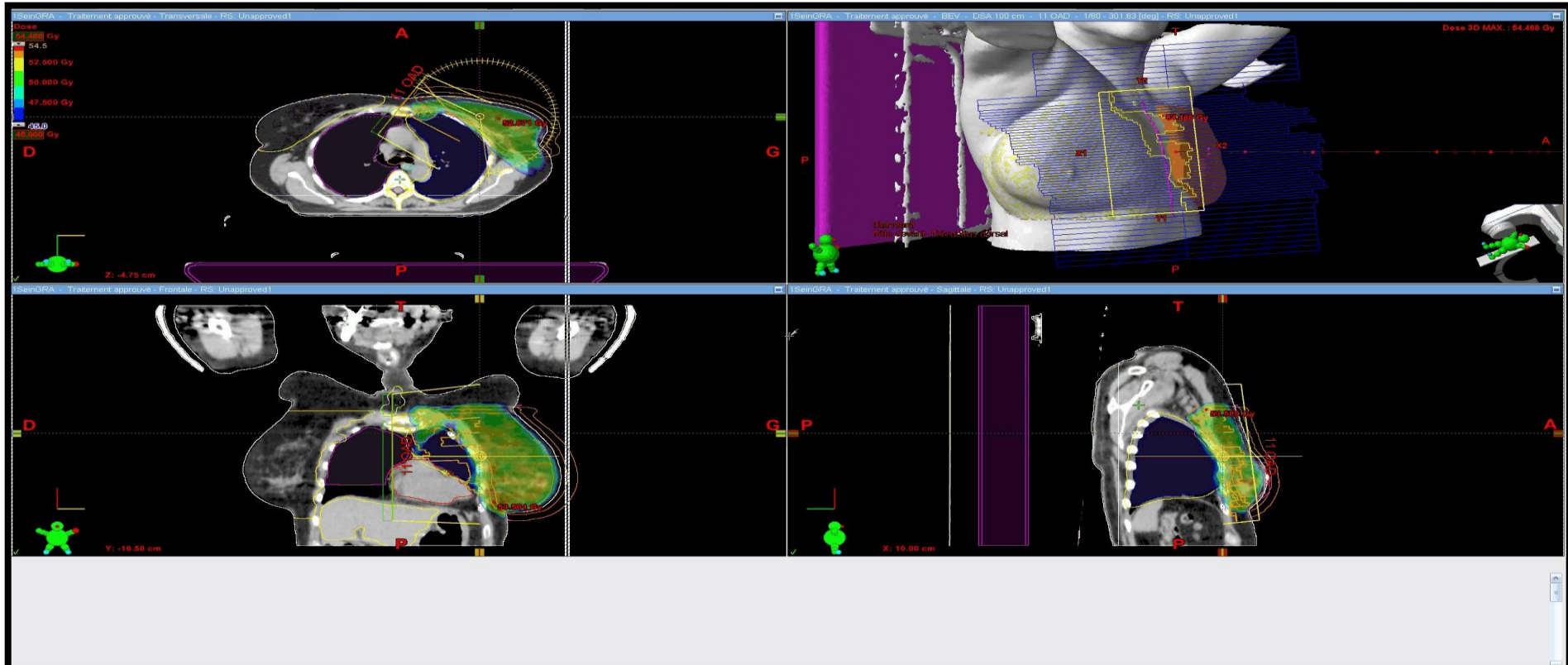
- Possibilité de traitement concomitant du boost avec celui du sein :
  5 semaines vs 6 semaines 1/2

SOCIÉTÉ FRANÇAISE
DE SÉNOLOGIE
ET DE PATHOLOGIE
MAMMAIRE

SFSPM

Sein + ganglions

ORLAM
Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

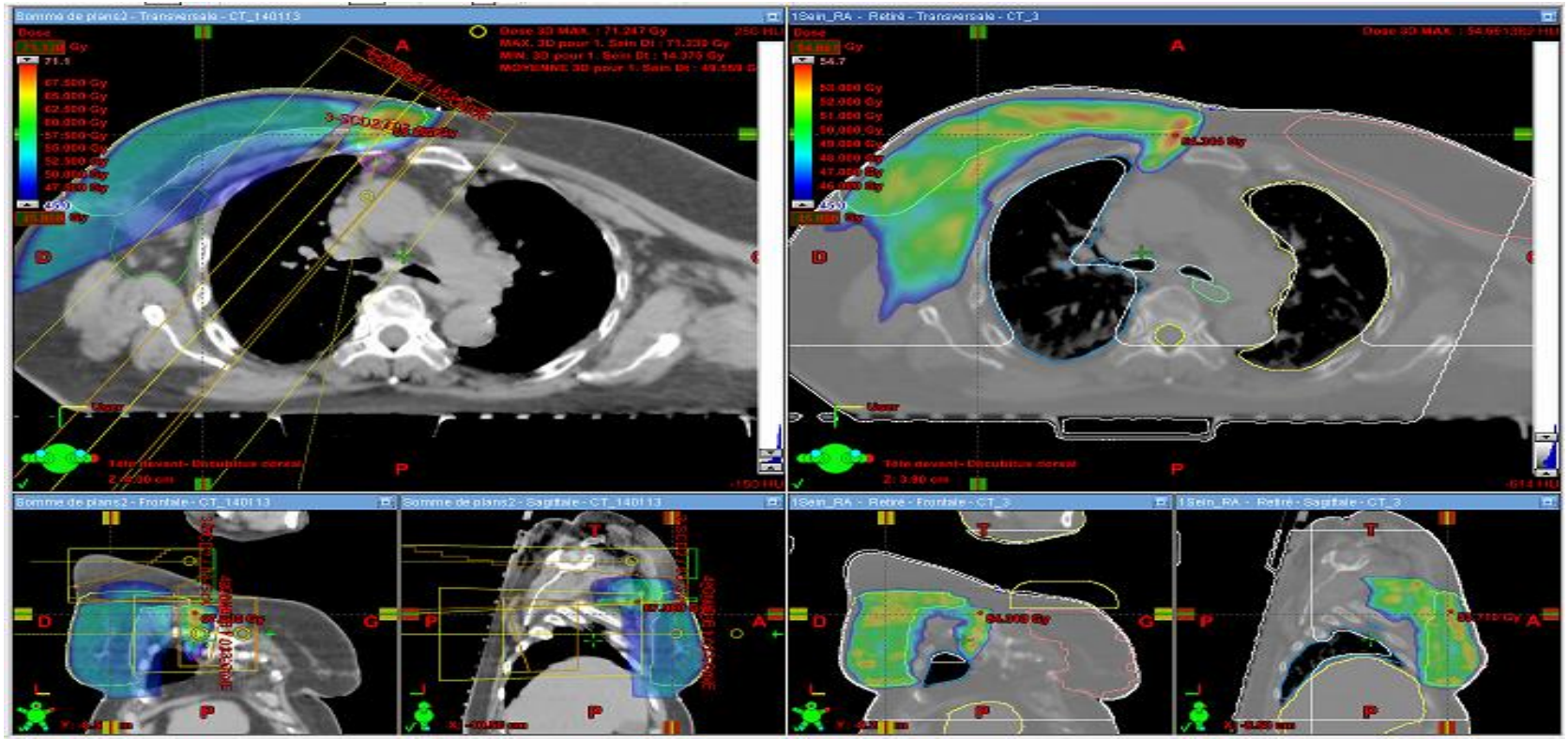


SOCIÉTÉ FRANÇAISE
DE SÉNOLOGIE
ET DE PATHOLOGIE
MAMMAIRE

SFSPM

ORLAM
Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

Comparaison RC3D vs AVMI



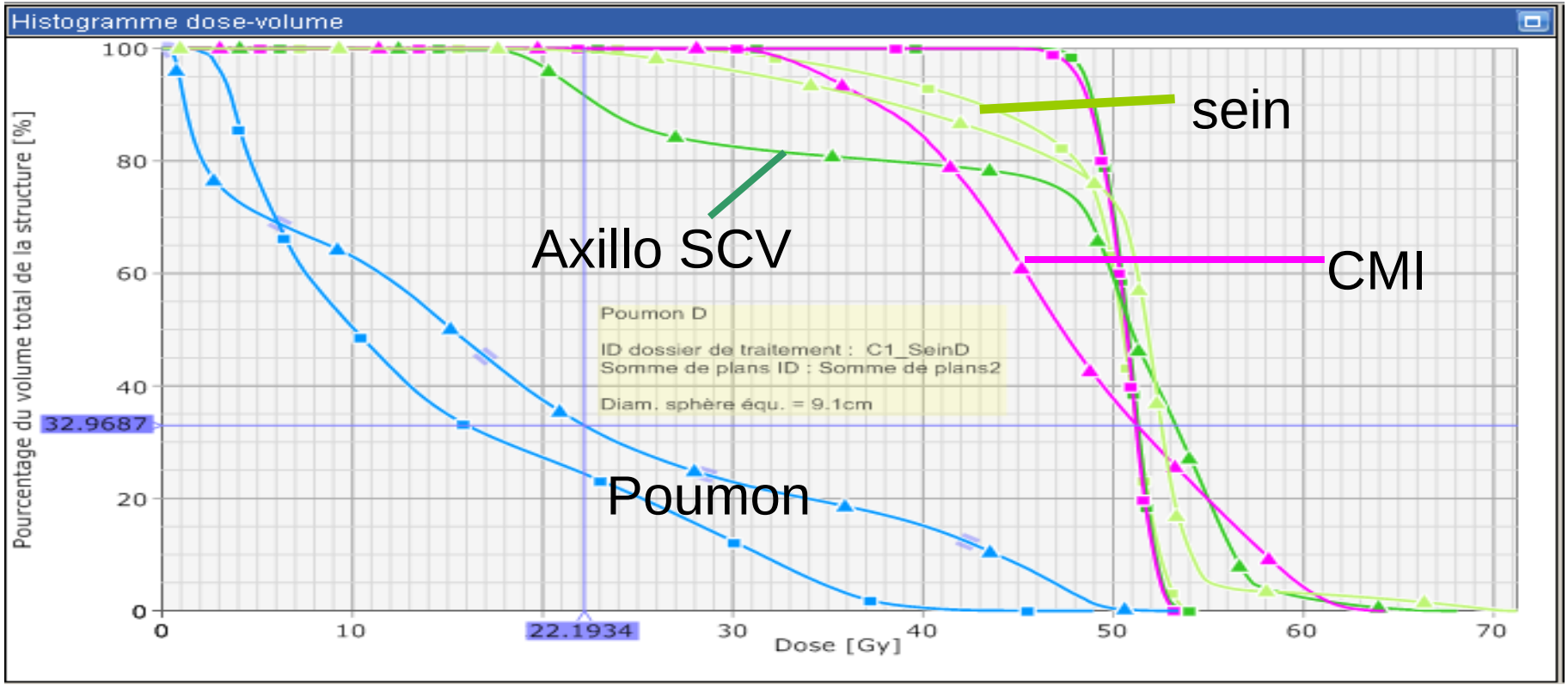
SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SÉNOLOGIE ET DE PATHOLOGIE MAMMAIRE

SFSPM

ORLAM

Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

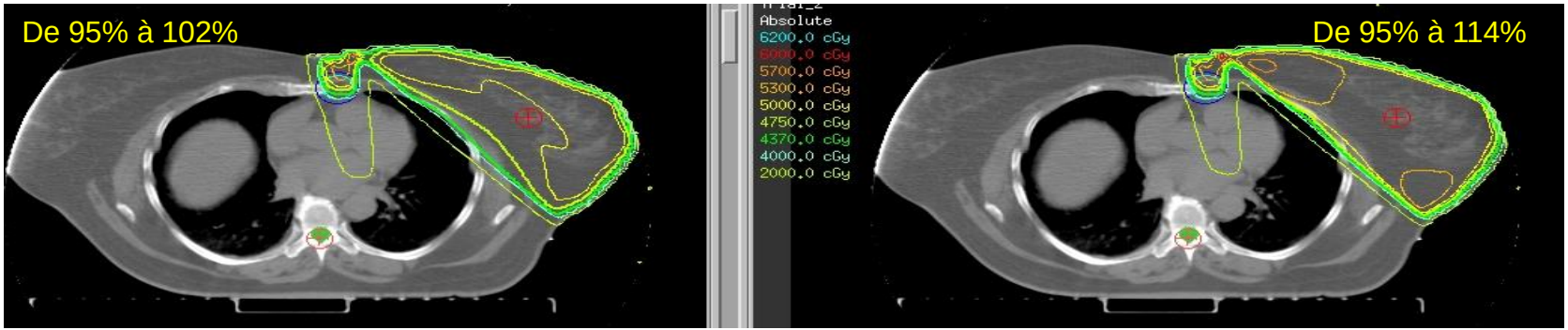
Comparaison RC3D vs AVMI



Sein seul : apport de la RCMI

Optimisation de la répartition de la dose : utilisation du MLC

diminution des surdosages dans les plis sous-mammaires

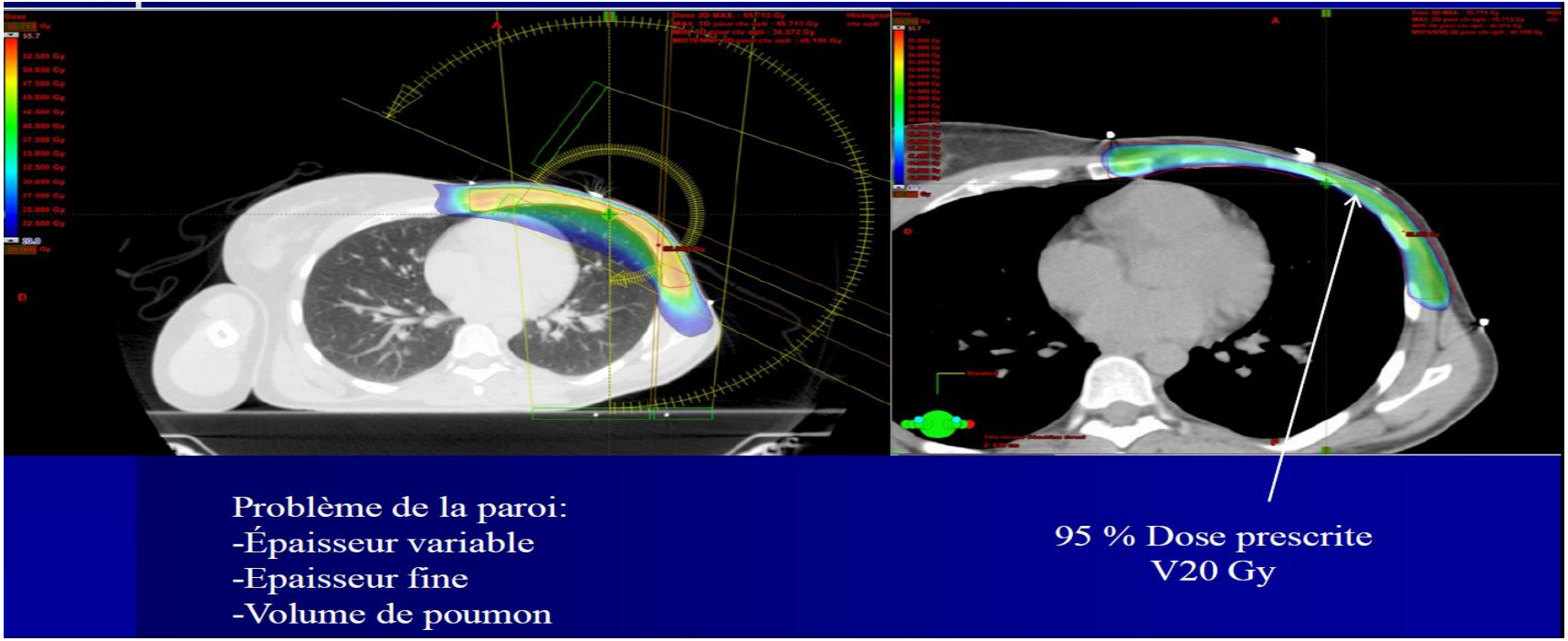


homogénéité de la répartition de la dose à +ou- 5%

SOCIÉTÉ FRANÇAISE
DE SÉNOLOGIE
ET DE PATHOLOGIE
MAMMAIRE

ORLAM
Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

Paroi



SOCIÉTÉ FRANÇAISE
DE SÉNOLOGIE
ET DE PATHOLOGIE
MAMMAIRE

ORLAM
Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

Sein bilatéral

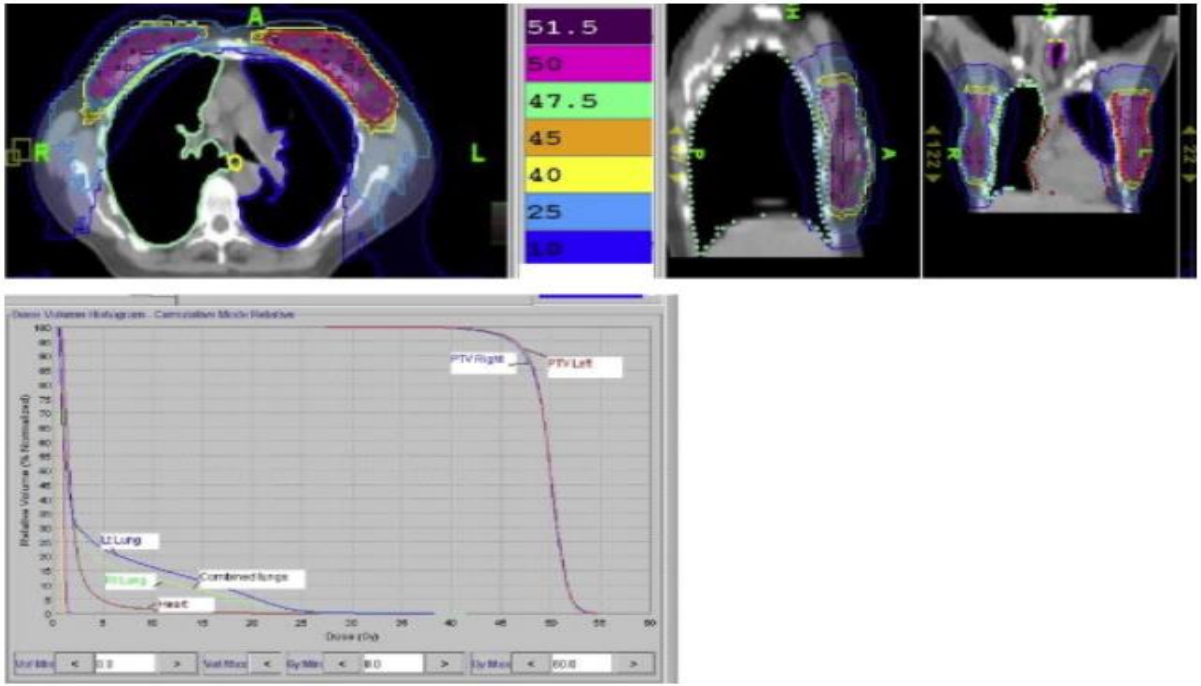


Fig. 2. Computed tomography in axial plane (left panel) and reconstructed coronal computed tomography showing superimposed isodosimetry of the bilateral breast radiotherapy plan. The colour code represents the total dose to be received (Gy). The lower panel shows the dose volume histogram of the planning target volume and the organs at risk.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SÉNOLOGIE ET DE PATHOLOGIE MAMMAIRE

SFSPM

ORLAM

Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

Innovations technologiques au service des problématiques rencontrées dans la radiothérapie du sein

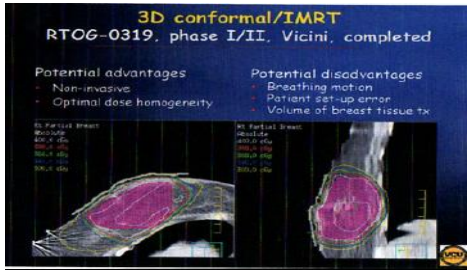
- Aires ganglionnaires et gestion des recoupes : technique monoisocentrique
- Gestion de la respiration – protection du coeur
- Indications RCMI / AVMI
- Irradiation partielle du sein

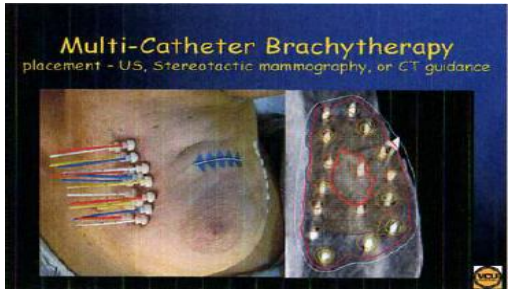
SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SÉNOLOGIE ET DE PATHOLOGIE MAMMAIRE

ORLAM
Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

RT partielle sein:

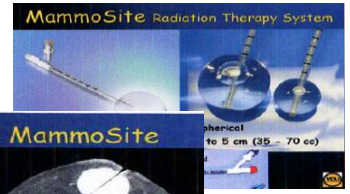
Radiothérapie externe focalisée (conformation, RCMI)

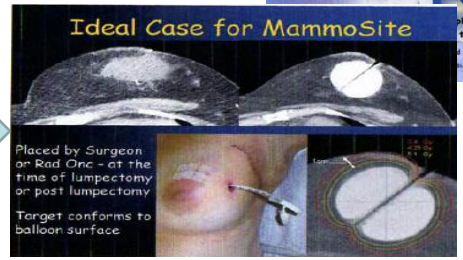




Curiethérapie interstitielle

Curiethérapie HDD par ballon « mammosite »





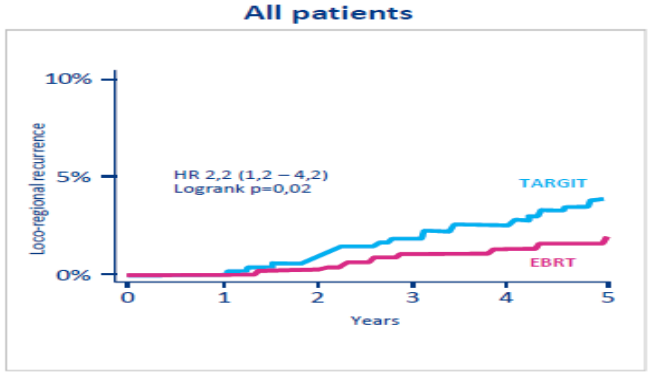
Radiothérapie intra opératoire

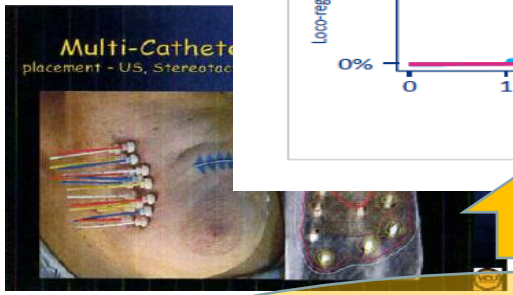
SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SÉNOLOGIE ET DE PATHOLOGIE MAMMAIRE

ORLAM
Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

RT partie

Radiothéra
(conformat

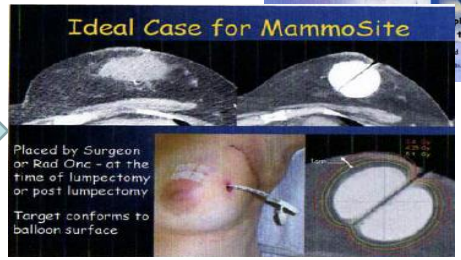




interstitielle

r ballon

« mammosite »



Radiothérapie
intra opératoire

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SÉNOLOGIE ET DE PATHOLOGIE MAMMAIRE

SFSPM

AVMI

ORLAM

Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

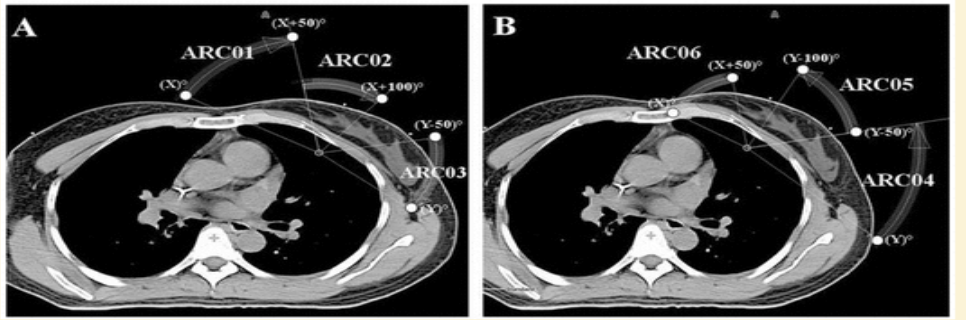
The feasibility study of using multiple partial volumetric-modulated arcs therapy in early stage left-sided breast cancer patients

Ping-Fang Tsai [1], Shih-Min Lin [1], Shen-Hao Lee [1], Chie-Yi Yeh [1], Yi-Ting Huang [1], Chung-Chi Lee [2], Ji-Hong Hong [1,2,a]

Department of Radiation Oncology,[1] Chang Gung Memorial Hospital, Tao-Yuan

Department of Medical Imaging and Radiological Science,[2] Chang Gung University, Tao-Yuan, Taiwan

jihong@adm.cgmh.org.tw



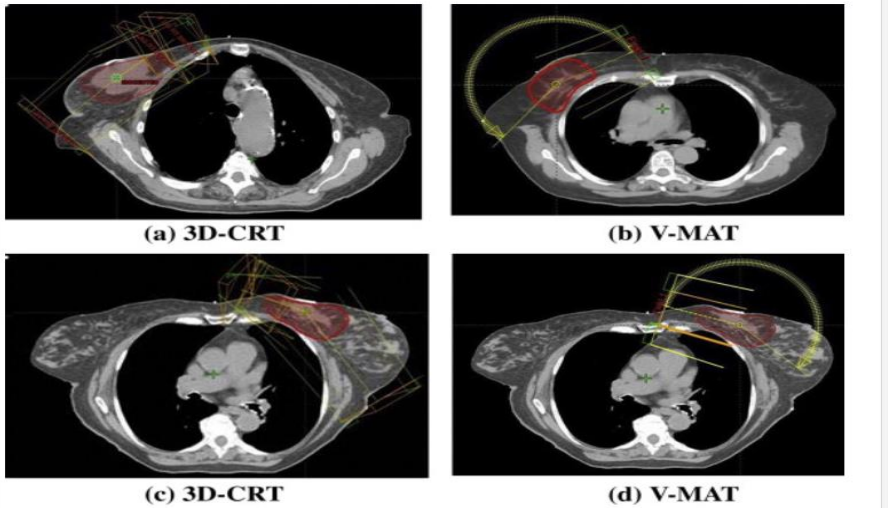
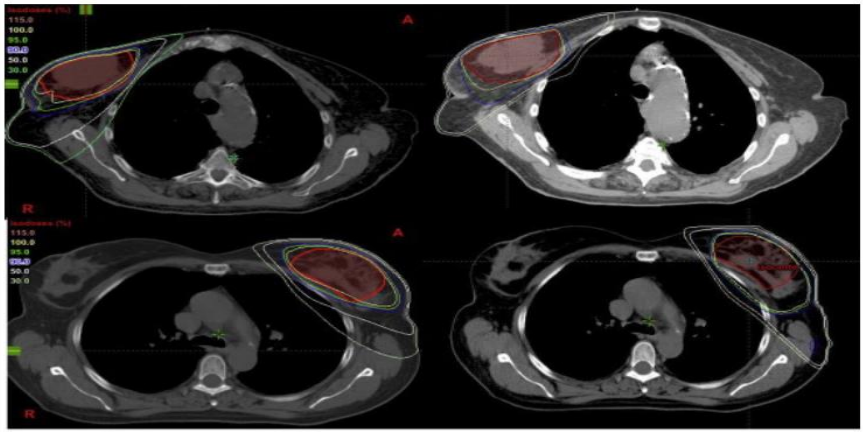


Fig. 2. Axial view of right (a, c) and left (b, d) breast radiation with both 3D-CRT and V-MAT beam arrangements



SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SÉNOLOGIE ET DE PATHOLOGIE MAMMAIRE

SFSPM

ORLAM Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

Hypofractionnement

4 essais de phase III d'hypofractionnement avec 7095 patientes montrent une efficacité non inférieure

	Ontario	START Pilot	START A	START B
Country	Canada	UK	UK	UK
Time of accrual	1993–1996	1986–1998	1998–2002	1999–2001
patients, n	1234	1410	2236	2215
Mastectomy	0%	0%	15%	8%
Standard-RT	50 Gy/25 fx in 5 we.	50 Gy/25 fx in 5 we.	50 Gy/25 fx in 5 we.	50 Gy/25 fx in 5 we.
Hypofract. RT (1)	42.5 Gy/16 fx in 3.1 we.	39 Gy/13 fx in 5 we.	39 Gy/13 fx in 5 we.	40 Gy/15 fx in 3 we.
Hypofract. RT (2)	–	42.9 Gy/13 fx in 5 we.	41.6 Gy/13 fx in 5 we.	–
Boost-RT	0%	74.5% (14 Gy/7 fx)	60.6% (10 Gy/5 fx)	42.6% (10 Gy/5 fx)
Regional-RT	0%	20.6%	14.2%	7.3%
Mean age	50–59 years	54.5 years	57.2 years	57.4 years
LN positive	0%	32.7%	28.8%	22.8%
Tumor size >=T2	20.0%	42.5%	48.6%	35.9%
Adjuvant CHX	11.0%	13.9%	35.5%	22.2%

RT = radiotherapy; fx = fractions; LN = lymph nodes; we. = weeks; CHX = chemotherapy; Ontario [19, 20], START Pilot [17, 18], START A [16, 22]and B [16, 23]

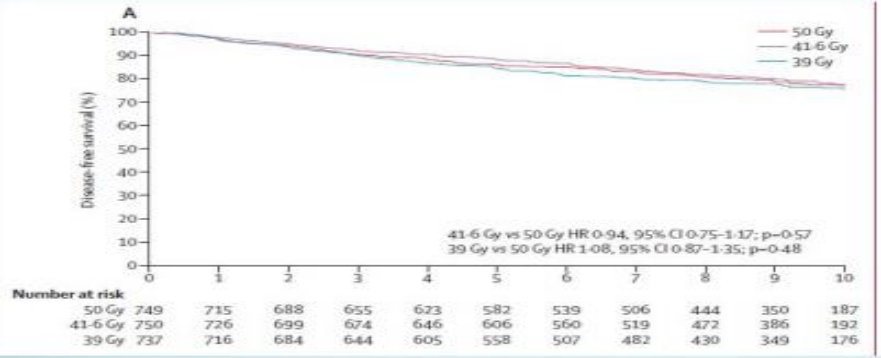
SOCIÉTÉ FRANÇAISE
DE SÉNOLOGIE
ET DE PATHOLOGIE
MAMMAIRE

SFSPM

ORLAM
Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

START A
2236 patients

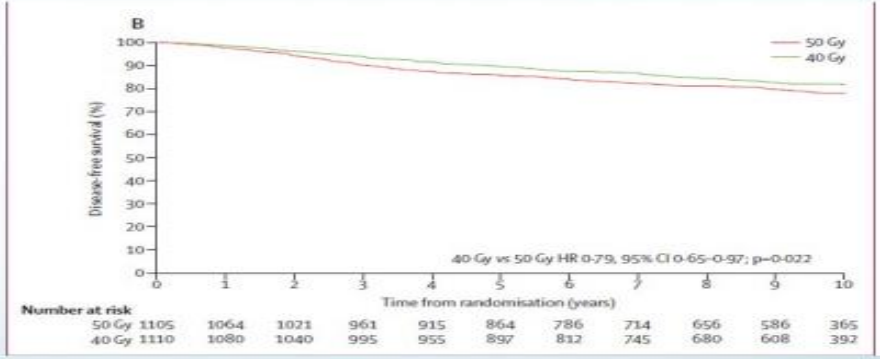
- 50 Gy/25 fractions/ 5 weeks
- 41.6 Gy/13 fractions/ 5 weeks
- 39 Gy/13 fractions/ 5 weeks



Median follow up = 9,3 years
LRR-10y (50Gy) : 7,4% [5,5-10,0]

START B
2215 patients

- 50 Gy/25 fractions/ 5 weeks
- 40 Gy/15 fractions/ 3 weeks



Median follow up = 9,9 years
LRR-10y (50Gy) : 5,5% [4.2-7,2]

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SÉNOLOGIE ET DE PATHOLOGIE MAMMAIRE

SFSPM

ORLAM

Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

Efficacité et résultats cosmétiques similaires

Table 1 Characteristics and outcomes of randomized hypofractionation trials

	Dose comparisons (Gy/fraction/wk)	Mastectomy (%)	Grade 3 (%)	Node positive (%)	10 years local control (%)	10 years cosmesis (% with good/excellent or "no event")
START A[13]						
Control	50/25/5	15	28.1	28.8	92.6	72.9
Arm 1	39/13/5				91.2	78.4
Arm 2	41.6/13/5				93.7	71.8
START B[13]						
Control	50/25/5	8	23	22.3	94.5	68.8
Arm 1	40/15/3				95.7	73.8
Canadian[12]						
Control	50/25/5	0	19	0	93.0	71.3
Arm 1	42.5/16/3.5				94.0	69.8

Abbreviations: START, Standardization of Breast Radiotherapy Trial; wk, week.

T. Koulis Breast Cancer: Targets and Therapy 2015:7

SOCIÉTÉ FRANÇAISE
DE SÉNOLOGIE
ET DE PATHOLOGIE
MAMMAIRE

SFSPM

ORLAM

Oncologie Radiothérapie Lyon Villeurbanne Mâcon

Merci pour votre attention