



COMPARAISON SEINS 3D IMRT VMAT

Stephane Muraro
Physicien CCGM Montpellier
1 Novembre 2025

CCGM Quelques Chiffres

90 Personnes

Dans l'équipe

+2300 Traitements

Dans l'année 2024

Dont 700 seins

650 Stéreo CK

Et 100 Stéreo linac

3 Dosimétristes

5,8 ETP physiciens

24 Manipulateurs

7 Radiothérapeutes

3 Oncologues

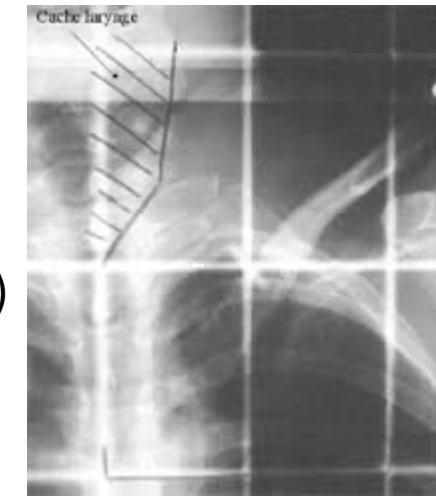
Et très peu de temps pour la préparation
des dossiers

Contexte

- La technique de traitement est étroitement liée au matériel
- Dépend de la volonté d'investissement du centre
- Consensus Merm (position, contention)
 - Physiciens (technique, matériel..)
 - Médecin (investissement, suivi patient)



Mais aussi du remboursement CNAM ($> 300\text{cm}^2$ coef X4)
donc grand champ pour traiter CMI / Suc CLAV



CCGM 2010

- VARIAN
 - Clinac 2100 C X6, X23
 - Réseau ARIA / Eclipse



- SIEMENS
 - ONCOR
 - Réseau LANTIS / Pinnacle



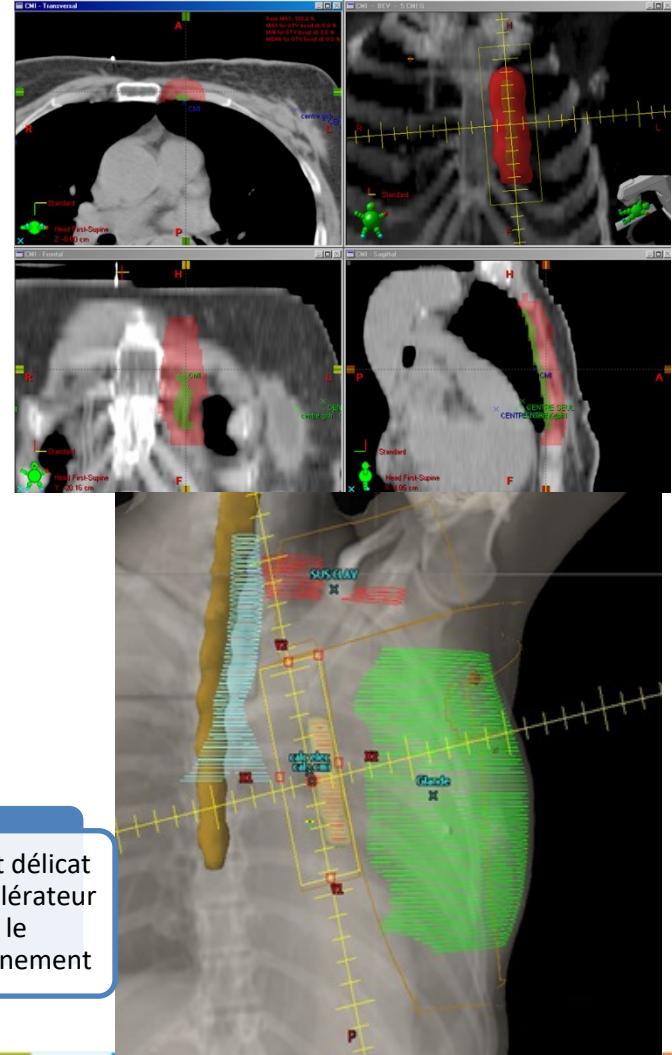
Plateforme Disparate et Dangereuse : Technique simple 3D

CCGM Délinéation et technique 2010 / 2013

- Délinéation manuelle des organes : CMI SC SEIN POUMON CŒUR
- Mise à place des field in field pour baisser les surdosages
- Et dès que possible suppression CMI et SC séparées pour éviter les sous ou sur dosages

CCGM Délinéation et technique 2010 / 2013

- Contourage des 2 petits vaisseaux latéraux au sternum côté du sein à traiter
- Contour sur les 3 premiers espaces intercostaux
- Faire une DRR en changeant les niveaux pour mettre en avant la CMI



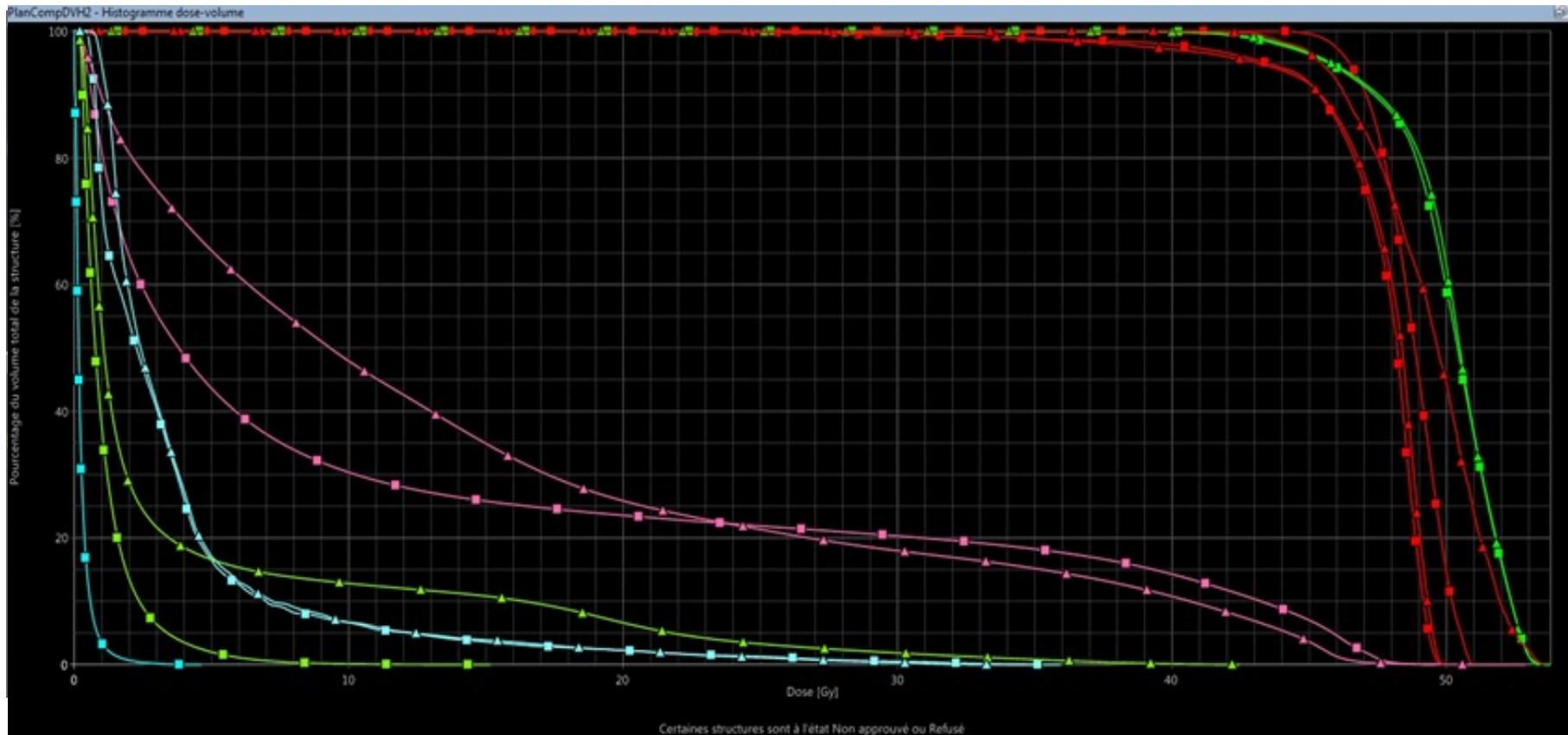
Electron dans
Eclipse DSP 100 ou
plus 105 suivant
inclinaison

Problème de
triangle de sous ou
sur dosage
(cmi/TG/SC)

Dosimétrie longue,
beaucoup de
faisceaux à mettre
en place (7 à 9)

Placement délicat
sous l'accélérateur
pour le
repositionnement

CCGM Délinéation et technique 2010 / 2013

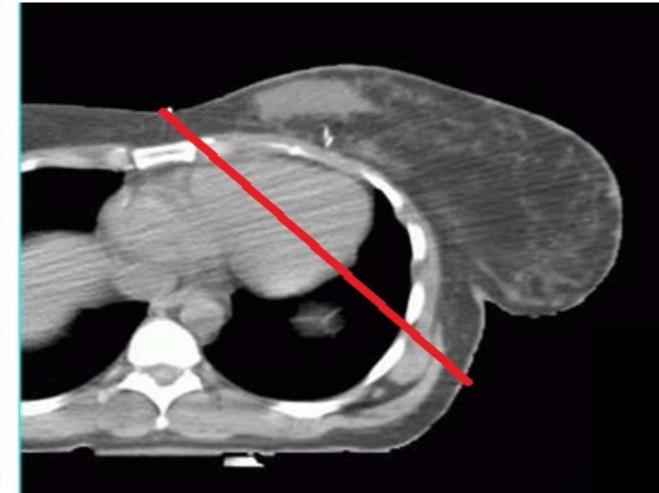
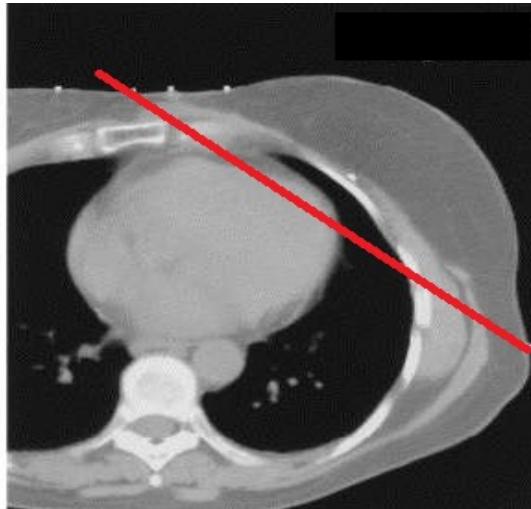


CCGM Délinéation et technique 2010 / 2013

- Pas de triangle de sous ou sur dosage
- Amélioration des DVH organes et CTV
- Repositionnement sous l'accélérateur facile (suppression Elec)
- Facilité et rapidité de traitement

**Mais
irradiation
controlateral**

CCGM quelle technique choisir ?



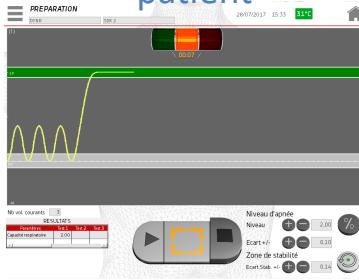
CCGM 2014 2020

- Choix IMRT / VMAT ? → VMAT car plus facile à mettre en place
Pas de champs splittés à mesurer et à traiter
Beaucoup moins d'UM
- Blocage Respiratoire pour diminuer dose Cœur / augmenter vol Poum / **pas de mvt du patient**
- Mise en place du VMAT (début sur les prostates)
- Amélioration des DVH
- Facilité de Repositionnement
- Rapidité de traitement

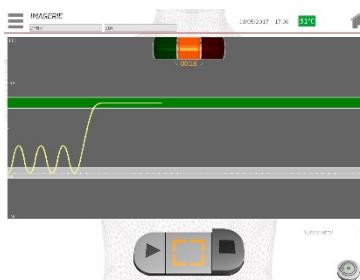


CCGM Délinéation et technique 2014 / 2020

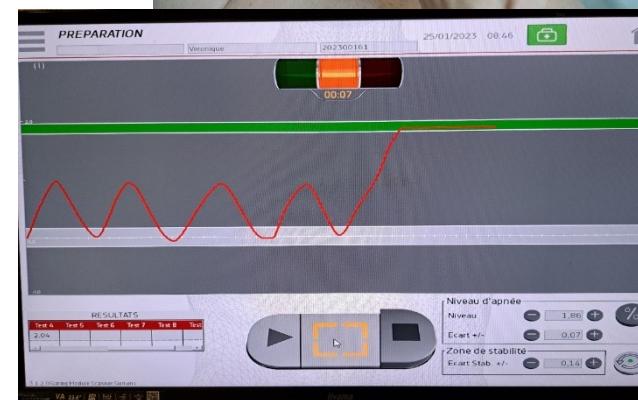
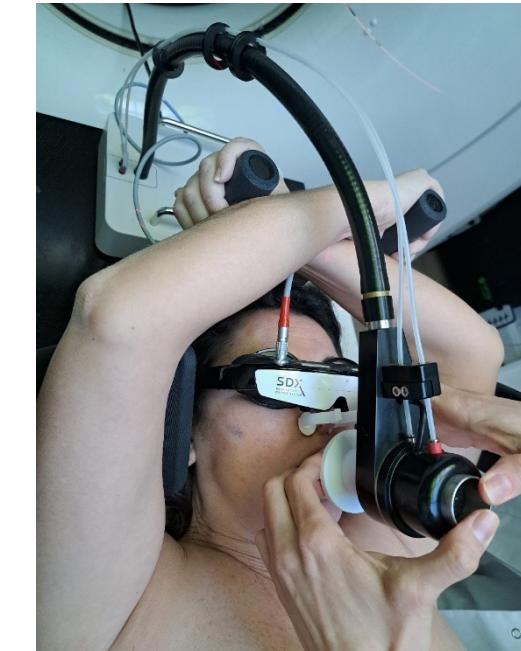
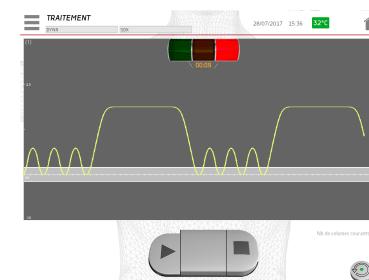
Préparation du patient



Définition du volume d'apnée

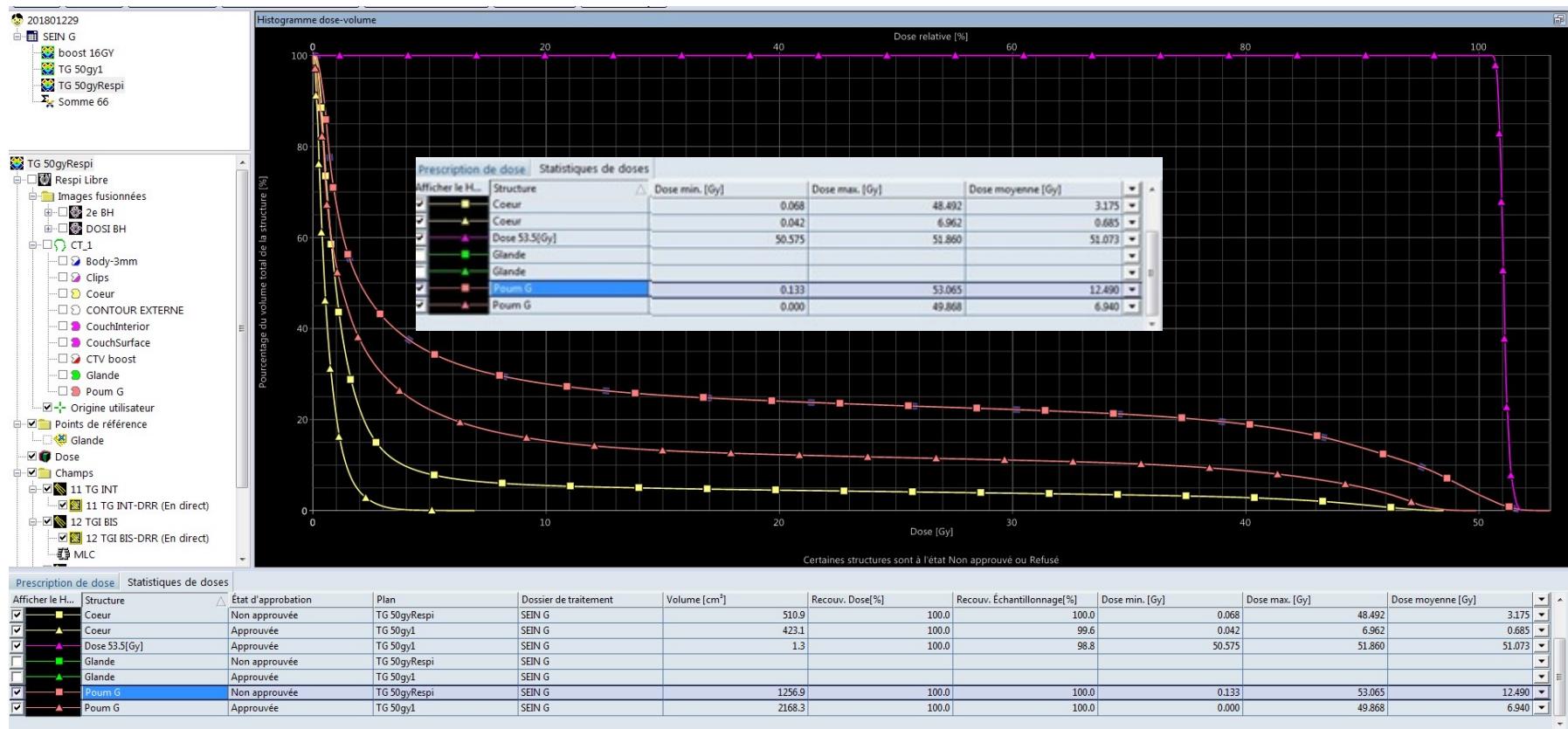


Traitements



CCGM Délinéation et technique 2014 / 2020

Dosimétrie en Respiration Bloquée



Dosimétrie normale

CCGM Délinéation et technique 2014 / 2020

ORGANES A RISQUES

Cœur

« Cœur sup » : Vaisseaux au-dessus du cœur

IVA :

Larynx : Moelle

Muscle post : Muscles entourant l'omoplate

Œsophage

Poumons

Poumon D

Poumon G

Sein contro

Tête humérale : Tête humérale et son articulation

Thyroïde

Trachée

VOLUMES CIBLES

MEDICAUX

CMI : entre les 3 1^{er} espaces intercostaux

CTV Glande

CTV susclav

+/- CTV boost : à partir les clips chirurgicaux

A partir des CTV, les PTV sont définis :

PTV CMI :

PTV SEIN :

PTV susclav :

VOLUMES D'OPTIMISATION

Body-3 :

PTV total+3 : Assembler les trois PTV puis +3

« PTV CMI or (PTV SEIN or PTV susclav) »

PTV total+1.5cm : Ajouter 1.2 cm au volume *PTV total+3*

Poumons : enlever les CTV au volume poumons

Poumon D et Poumon G-PTV et Poum a 1.5 et Poum ds 1.5

Pro muscle post

Tête humérale G

Protec coeursup :

Sein contro :

Z-RING : pour faire baisser dose autour des PTV

ŒUR et Z-ŒUR-PTV et Cœur-(PTV+IVA) IVA et IVA+2 :

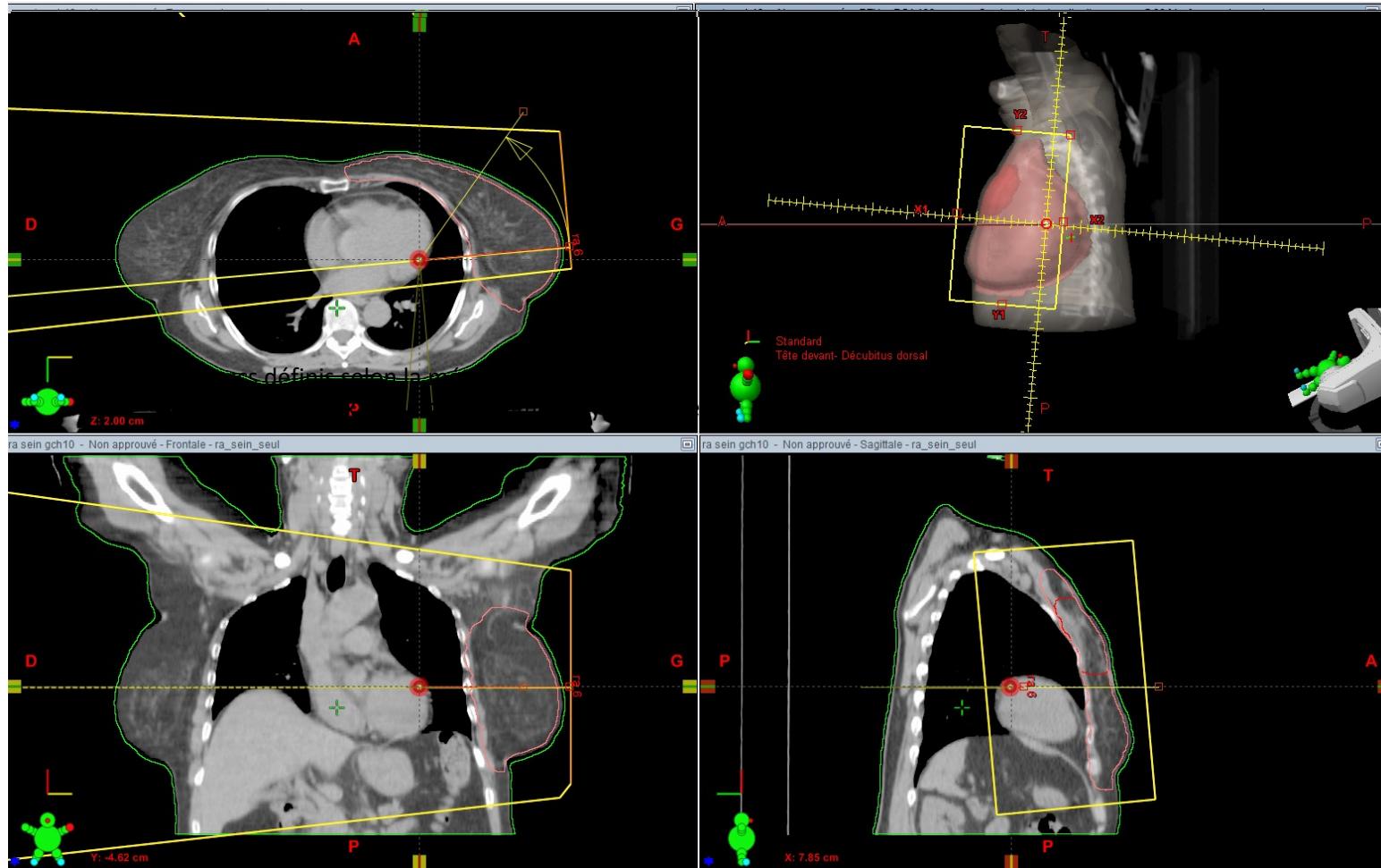
Moelle et Moelle +7et Moelle +10

Œsophage

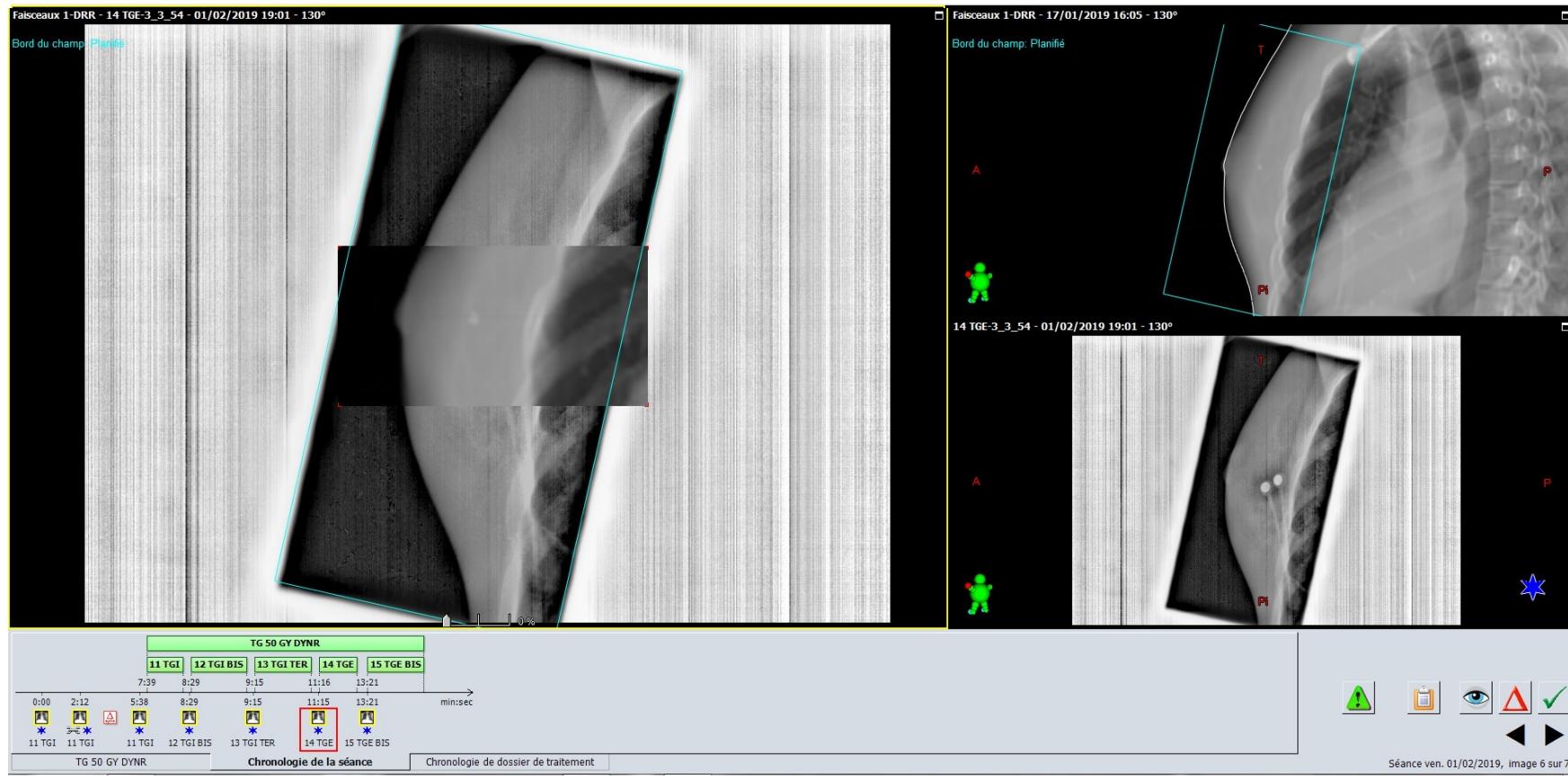
Trachée+3 : Ajouter 3 mm au contour « trachée »



CCGM Délinéation et technique 2014 / 2020



CCGM Délinéation et technique 2014 / 2020



CCGM Délinéation et technique 2014 / 2020

Pour :

- Meilleur index de conformité (sein, cmi, SC)
- Diminution de la dose pulmonaire totale moyenne
- Doses cardiaques faibles, meilleure protection du cœur
- Moins de doses élevées dans les organes à risque
- Simplicité de la délivrance du traitement
- Pas de zone de sous ou de sur dosage sur les recoupes

Contre :

- Augmentation de la dose au sein controlatéral
- Augmentation de la dose en dehors des volumes cibles
- Plus de volume dans les faibles doses : sein control, poumon contro
- Forts Gradients de dose
- Control de tous les plans de traitements



CCGM 2021

- VARIAN
 - 2 HALCYONs
 - Clinac 2100 C X6, X23 et X6FFF
 - Blocage Respiratoire, SRT / SBRT
- Accuray
 - Cyberknife
- Siemens Somaton Go SIM
 - iMAR, Hd FoV+ Dyn'R-4D en R&D
- Teamplay
 - AI rad companion
- TPS Eclipse v18.1 / ARIA



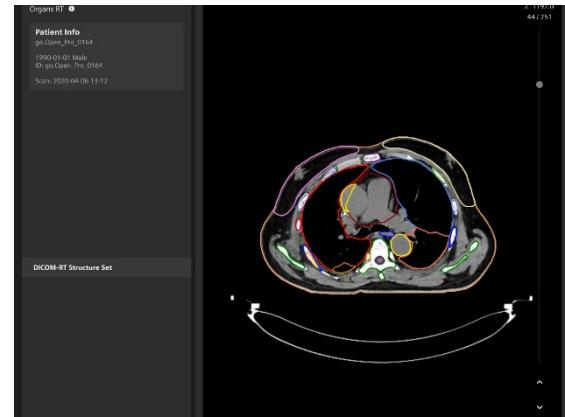
Plateforme Intégrée

CCGM 2021

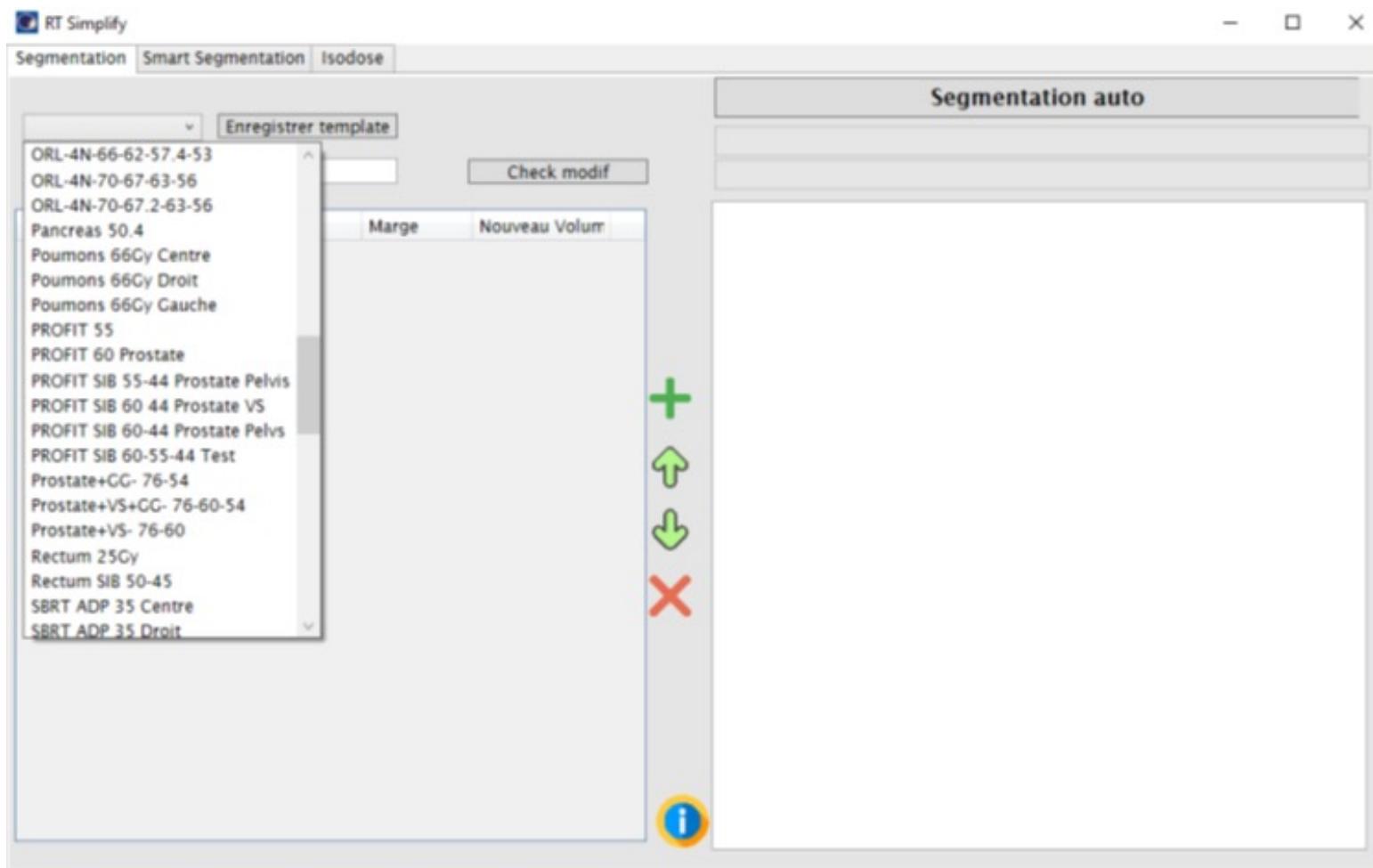
- Avant de débuter l'IMRT sur l'Halcyon, une formation est indispensable, car la technique diffère totalement de la VMAT..
- Direction Avignon, pour passer une journée de formation sur l'IMRT avec dosimétristes et physiciens

CCGM Workflow 2021

- Immobilisation, Scan Scanner (+/- Multi Modal) : Merm Scanner
- Entrainement Dyn'r pour le blocage : Merm Scanner
- Export vers Teamplay AI rad Cloud : Merm Scanner
- Contours arrivent directement dans Eclipse
- Fusion : dosi , Phy
- CTV validation contours IA : thérapeute
- Dosimetrie : dosi, Phy
- Validation Dosimétrie : thérapeute
- Irradiation
- Re scan si changement

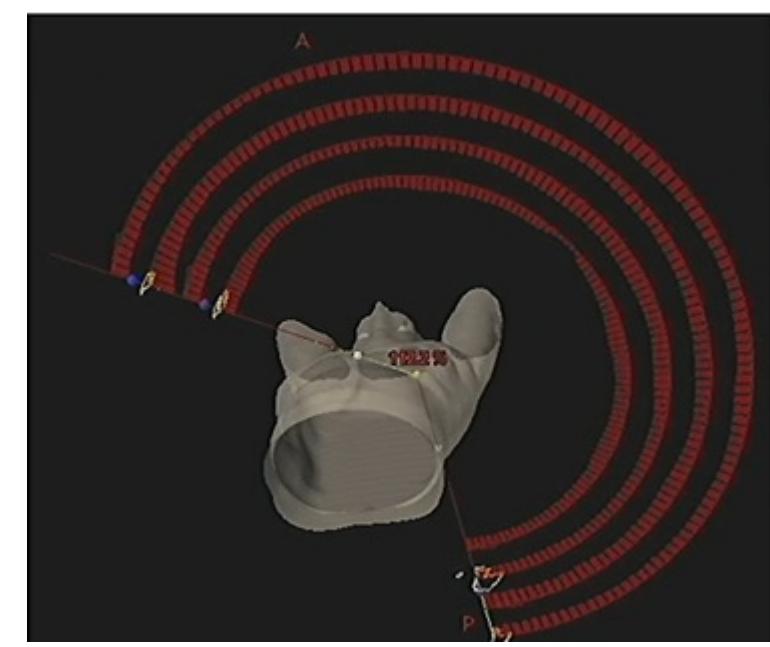
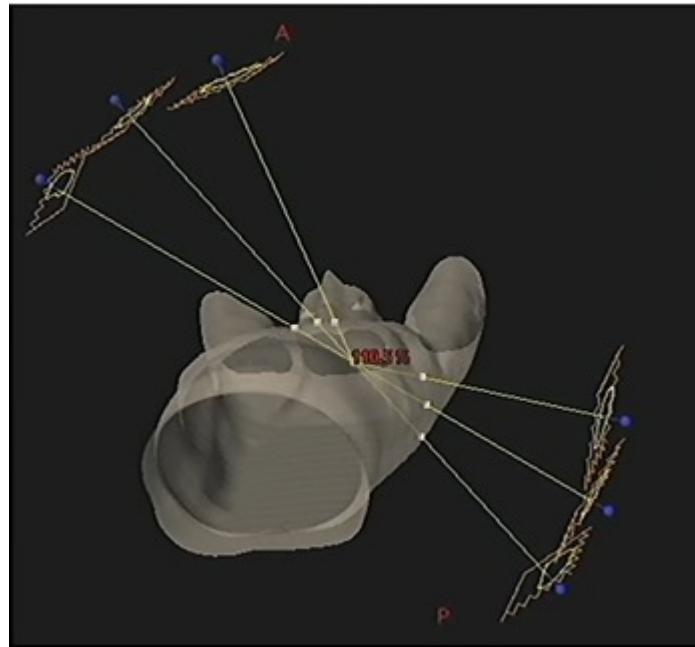


CCGM Délinéation et technique 2021



CCGM Délinéation et technique 2021

- IMRT : 4 fx (IB) ou 6 fx (RL)
- VMAT, arcs partiels d'amplitude 300° à 179° à gauche et 60° à 181° à droite
 - 4 arcs : col 15/345/30/330°



CCGM Délinéation et technique 2021

Sein simple

Structure	Paramètre	IMRT	RA_4a
COEUR	Dmoy < 2.2Gy	100%	100%
	Dmoy < 10Gy	100%	100%
	V20Gy < 10%	70%	100%
POUMON HOMOLAT	V17Gy < 25%	100%	100%
	V8Gy < 35%	100%	100%
	V4Gy < 50%	100%	90%
POUMON CONTROLAT	Dmoy < 1.6Gy	100%	100%
	V4Gy < 10%	100%	100%
SEIN CONTROLAT	D5% < 1.44Gy	60%	0%
	Dmoy < 3Gy	100%	100%
FOIE	Dmoy < 3Gy	100%	100%

CCGM Délinéation et technique 2021

Comparaison de 7 plans de Physiciens
dosimétristes qui montrent la diversité
d'un même travail

Technique	Nombre d'arcs	1	2	3	4	5	6	7
		4	4	4	6	4	4	3
	Nombre total d'UM	1151	634.5	603	638	645	495	970

Structure	Critère	Unité	1	2	3	4	5	6	7
PTV 50.4Gy/28fr	D 95%	Gy	49.28	47	46.2	47.9	49.1	48.768	49.4
PTV 61.6Gy/28fr	D 0.1cc	%	105.27	102.6	104.28	103.2	103	102.93	103.2
	D 95%	%	98.89	98.4	97.86	2.2	98	97.4	97.5
	V 20Gy	%	0.69	1	0.17	2.2	1	23	3.1
Cœur	Dmoy	Gy	3.73	4.4	5.419	6.5	5.4	6.95	6.3
	D 0.1cc	Gy	36.18	35.1	24.38	36.5	36.4	43.35	42.3
IVA	V 15Gy	%	15.74	9.8	1.91	56.4	26.5	97.8	72
	D 0.1cc	Gy	16.6	16.7	13.8	24.1	20.4	39.9	41
Foie	Dmoy	Gy	1.95	3.3	2.288	2	3.3	3.6	2.5
	D 2cc	Gy	38.84	43.9	38.97	40.6	47.1	41.08	42.7
Articulation Gleno-humérale gauche	D 0.1cc	Gy	52.17	48	48.92	48.4	49.9	50.3	53.5
	D 0.1cc	Gy	17.02	19.2	7.56	18.6	23.4	11	17.9
Moelle	D 0.1cc	Gy	18.81	21.3	11.35	19.4	27	12.3	22
	D 2%	Gy	34.36	24	42.02	26.4	39.7	27.4	37
Œsophage	D 0.1cc	Gy	45.45	26.7	32.56	40.1	46.7	38.7	46.3
	D 0.1cc	Gy	51.75	50.9	49.64	50.4	52	53	52.3
Plexus nerveux brachiaux	D 2cc	Gy	17.44	17.1	19.28	18.4	25.4	21.8	25.9
	V 5Gy	%	20	20.5	33.95	22.8	33.3	30	28.3
Poumon Droit	Dmoy	Gy	3.35	5.8	4.616	3.8	4.7	4.4	4.6
	V 30Gy	%	12.02	10.7	7.56	11.2	9.1	15	9.3
Poumon Gauche	V 20Gy	%	19.95	20.6	17.96	21.5	17.7	27.3	17.3
	V 5Gy	%	50.46	63.4	83.75	70.8	78.3	76.6	81.3
Sein droit	Dmoy	Gy	11.32	11.9	12.28	12.7	12.2	14.7	12.4
	V 5Gy	%	18.78	16.9	23.26	6.3	28.7	36.8	38.8
Thyroïde	Dmoy	Gy	3.46	3.4	4.015	2.7	4.3	4.73	4.7
	V50Gy	%	0.24	1.6	5.9	8.1	13	8.4	13.4
Trachée	V30Gy	%	40.88	43.3	35.15	42.5	41	45	38.9
	Dmoy	Gy	25.79	26.7	27.28	25	27.8	28.4	25.2
Volume Pulmonaire total	D 2%	Gy	42.25	35.8	36.6	38.2	45.7	43	42.6
	D 0.1cc	Gy	46.9	40.1	40.07	43.2	47.5	45.7	48.3
	V 30Gy	%	5	4.5	3.14	4.7	3.8	6.26	3.9
	V 20Gy	%	8.33	8.6	7.54	9	7.8	11.6	7.7
	V 15Gy	%	10.48	11.3	11.28	12.4	12.1	16.1	11.7
	V 5Gy	%	32.67	38.3	54.63	42.8	52	46.4	50.3
	Dmoy	Gy	6.66	7	7.8	7.5	7.9	8.7	7.8

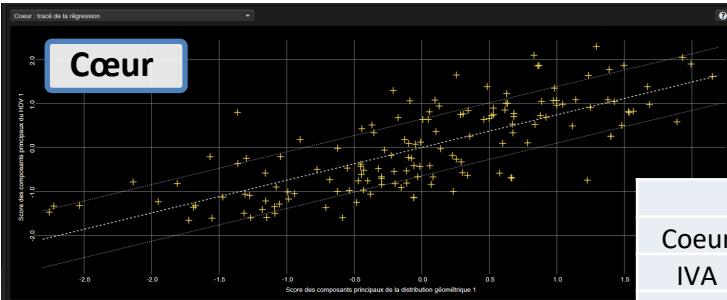
CCGM Délinéation et technique 2021

Structure	Critère	Plan 1	Plan 2	Plan 3	Plan 4	Plan 5	Plan 6	Plan 7	Commentaire global
PTV (50.4 Gy)	D95 > 95% / D2 < 107%	Acceptable	Optimal	Optimal	Excellent	Optimal	Acceptable	Hors contrainte	Plan 4 : couverture homogène et OAR bien protégés
PTV (61.6 Gy - Boost)	D95 > 95% / D2 < 107%	Optimal	Optimal	Optimal	Excellent	Optimal	Acceptable	Hors contrainte	Plan 4 : boost bien intégré, pas de hot spot
Cœur (Dmean)	Dmean < 5 Gy	Hors contrainte	Acceptable	Optimal	Excellent	Optimal	Acceptable	Hors contrainte	Plan 4 : Dmean cœur minimale
IVA (Dmax 0.03cc)	Dmax < 20-25 Gy	Acceptable	Optimal	Optimal	Excellent	Optimal	Acceptable	Hors contrainte	Plan 4 : excellente protection IVA
Poumon Gauche (V20)	V20 < 30%	Acceptable	Optimal	Optimal	Excellent	Optimal	Acceptable	Hors contrainte	Plan 4 : V20 poumon gauche le plus bas
Poumon Total (Dmean)	Dmean < 10 Gy	Acceptable	Optimal	Optimal	Excellent	Optimal	Acceptable	Hors contrainte	Plan 4 : Dmean poumon total minimale
Sein controlatéral (Dmean)	Dmean < 3 Gy	Acceptable	Optimal	Optimal	Excellent	Optimal	Optimal	Acceptable	Plan 4 : faible diffusion au sein controlatéral
Plexus brachial (Dmax)	Dmax < 60 Gy	Optimal	Optimal	Optimal	Excellent	Optimal	Optimal	Optimal	Plan 4 : plexus parfaitement épargné
Moelle + 4mm (Dmax)	Dmax < 45 Gy	Optimal	Optimal	Optimal	Excellent	Optimal	Optimal	Optimal	Plan 4 : moelle largement en dessous des seuils
Articulation gléno-humérale (Dmax)	Dmax < 45 Gy	Optimal	Optimal	Optimal	Excellent	Optimal	Optimal	Optimal	Plan 4 : articulation protégée, pas de surdosage

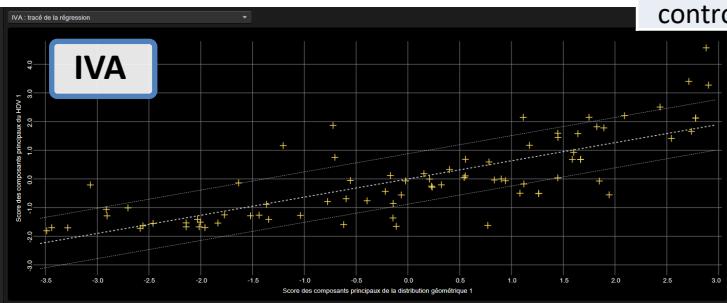
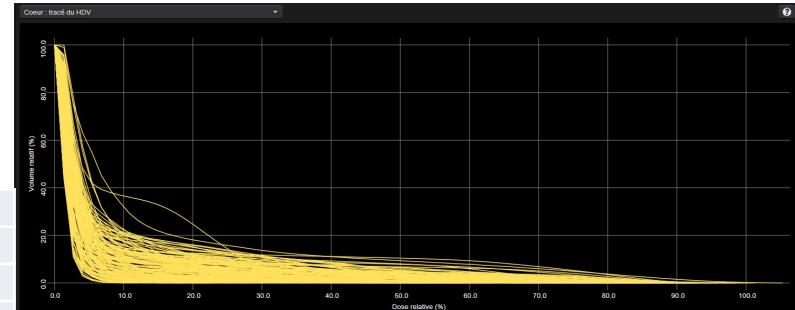
CCGM 2021

- Afin d'harmoniser nos pratiques de planification, nous travaillons actuellement à intégrer l'ensemble des traitements seins sur RapidPlan.
- Nous reprenons les données depuis 2022 afin de disposer d'un effectif suffisant de patientes pour chaque type de traitement.
 - Sein D VMAT
 - Sein D IMRT
 - Sein D VMAT GG
 - Sein G VMAT
 - Sein G IMRT
 - Sein G VMAT GG
 - Sein G VMAT DynR
 - Sein G IMRT DynR
 - Sein G VMAT GG DynR

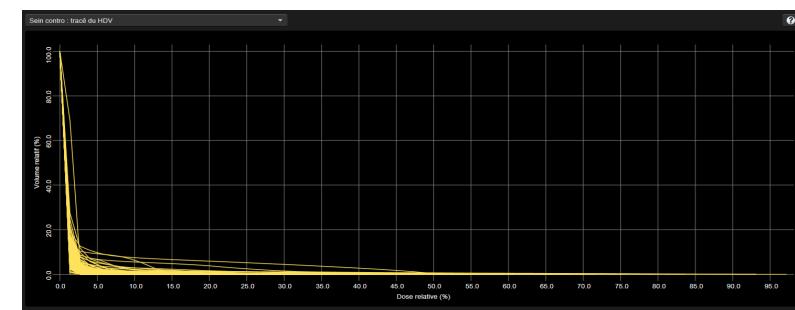
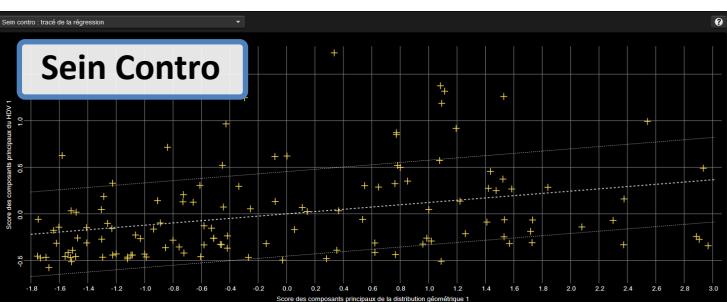
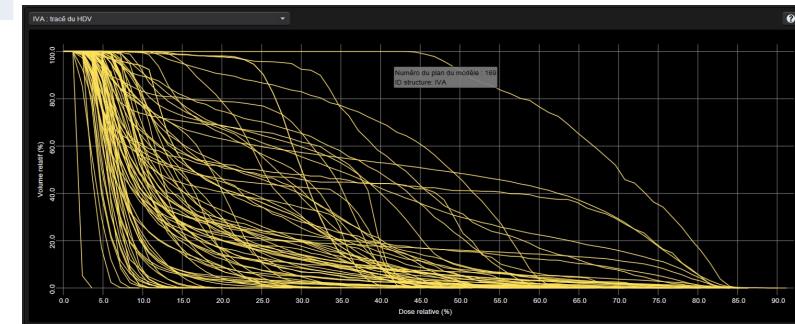
CCGM Délinéation et technique 2021



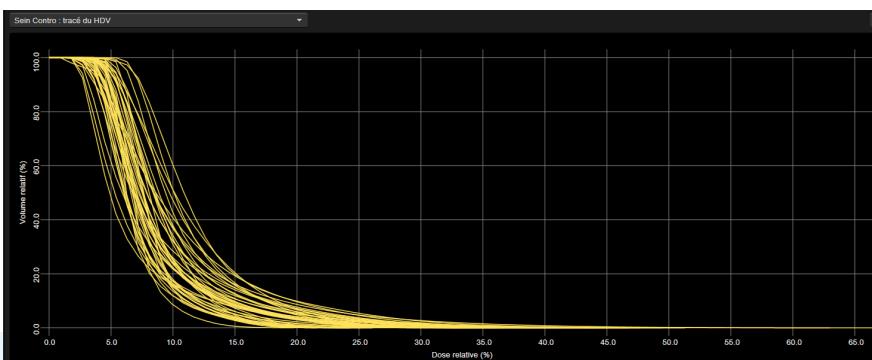
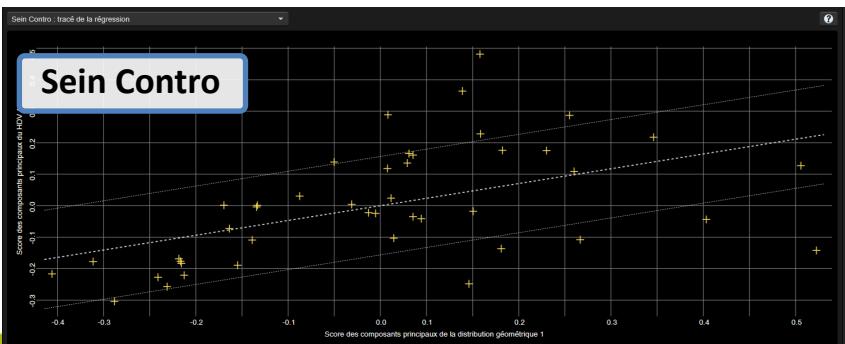
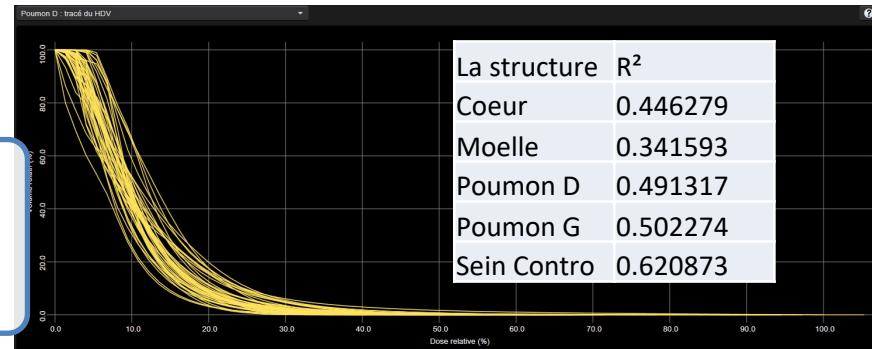
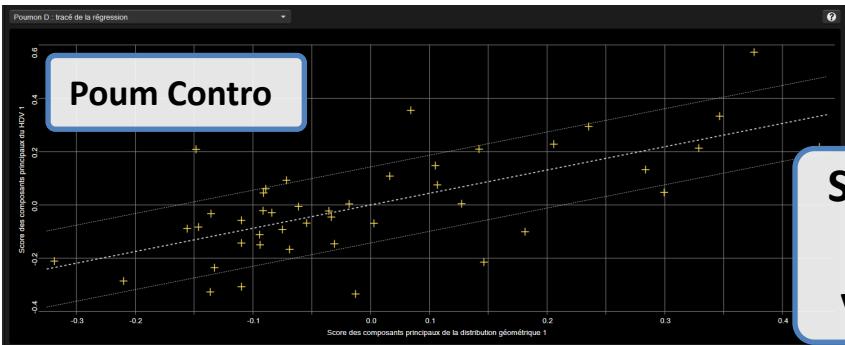
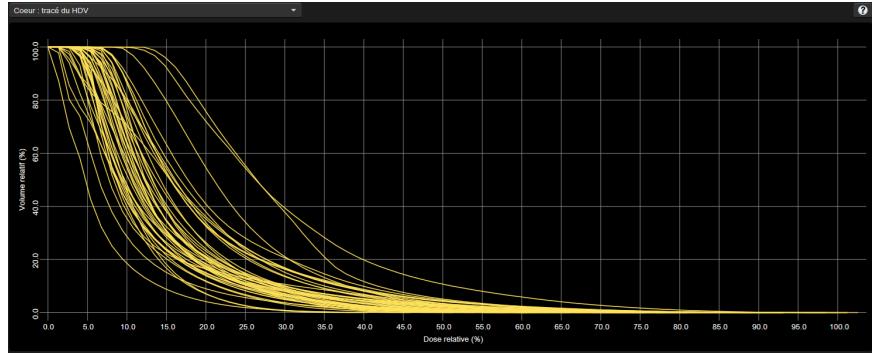
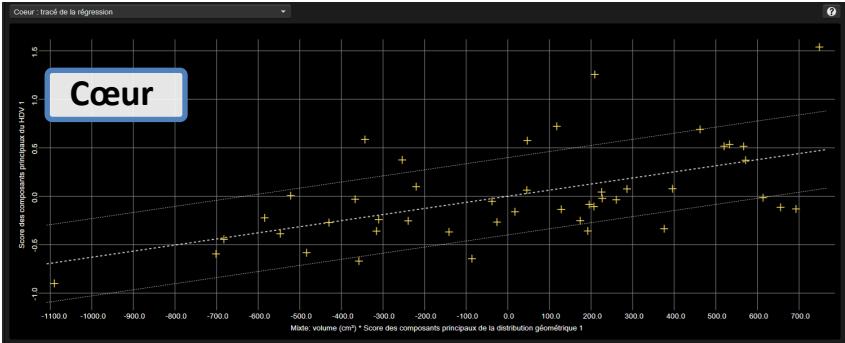
	R^2
Cœur	0.529493
IVA	0.662472
Sein contro	0.376611



Seins G
IMRT



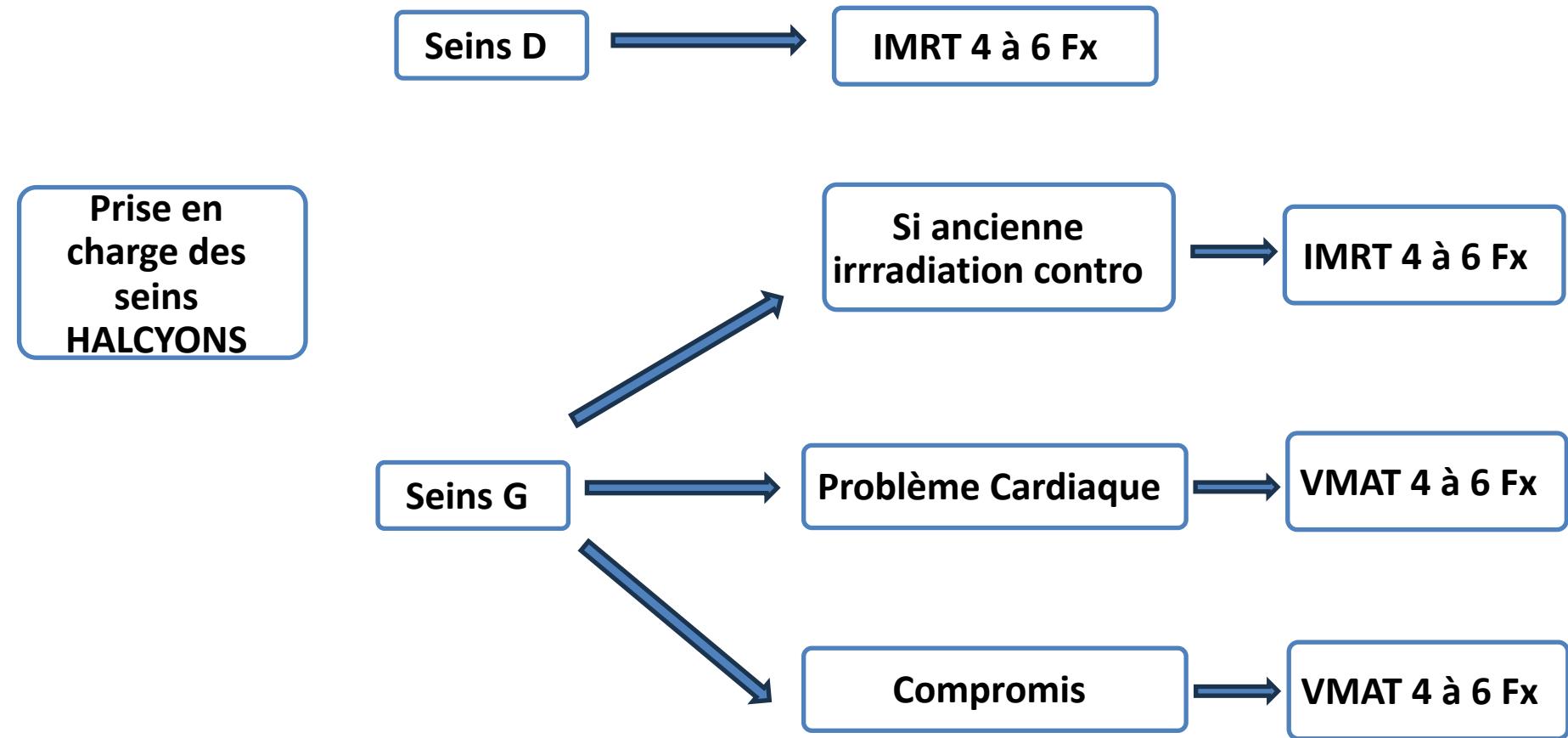
CCGM Délinéation et technique 2021



CCGM Délinéation et technique 2021

- IMRT comme en 3D : bcp plus épargnant pour le sein controlateral, pareil pour le poumon, diminution de la Dmoy vs VMAT
- Pareil pour les faibles doses en controlateral et meilleur respect de l'objectif clinique
- Par contre IMRT moins bien pour épargner l'IVA, augmentation de la Dmax en IMRT
- A droite systématiquement IMRT qui respecte les objectifs dosimétriques
- Beaucoup plus d'UM en IMRT vs VMAT
- Beaucoup plus rapide pour délivrer un plan en VMAT qu'en IMRT. Pour une moyenne de 9 IMRT 7,5 min vs 3,4 min pour 13 VMAT
- **Un temps plus court signifie un plus grand confort pour le patient, une plus grande reproductibilité (mouvement intrafraction)**

CCGM Délinéation et technique 2021



The image is a title card for "Monty Python's Flying Circus". It features a ornate, purple and gold scrollwork frame. At the top, the words "MONTY PYTHON" are written in a stylized, blocky font. The "M" and "P" are particularly large and prominent. Below the title, a large, stylized, multi-headed dragon or snake with a red heart on its chest is visible. The background is a dark, starry space with a purple and gold gradient. The overall aesthetic is whimsical and theatrical.

MONTY PYTHON

Always look on
the bright side of life

Merci de votre attention



CCGM
Clinique Clémentville
25, rue de Clémentville - 34070 MONTPELLIER
Tél : 04 67 92 61 55 - Fax : 04 67 92 95 06