



**SMNO**

Société de médecine nucléaire de l'ouest

1

# ETUDE PEGASUS

TEP/TDM de perfusion pulmonaire au Gallium<sup>68</sup> pour la  
préservation de la fonction pulmonaire lors de la radiothérapie  
stéréotaxique pulmonaire

*Cas cliniques*



Pr LE ROUX  
Dr LUCIA  
Dr BOURHIS  
PINOT Fanny (interne)

# INTRODUCTION

## Radiothérapie

2

### Radiothérapie stéréotaxique (SBRT): <sup>1,2</sup>

Radiothérapie hypo-fractionnée, dose élevée

48 à 60 Gy en 3 à 5 fractions

→ CBPNC stade I : T < 4cm N0M0

→ Patients oligo-métastatiques <sup>3</sup>

MAIS **TOXICITE LIMITANTE**, toxicité pulmonaire grade II ≥ 20% cas <sup>4</sup>

**Dosimétrie** : planification INVERSE → contraintes sur volumes cibles et organes à risques ( OAR) notamment volume pulmonaire (V20Gy < 10% poumon total ) définies sur **poumon ANATOMIQUE**

**Aucun paramètre dosimétrique classique ne permet de prédire la survenue et l'intensité d'une toxicité pulmonaire au décours d'une radiothérapie stéréotaxique pulmonaire**

1-Timmerman R, Paulus R, Galvin J, Michalski J, Straube W, Bradley J, et al. Stereotactic body radiation therapy for inoperable early stage lung cancer. *JAMA* 2010;303:1070–6. <https://doi.org/10.1001/jama.2010.261>.

2-Nagata Y, Hiraoka M, Mizowaki T, Narita Y, Matsuo Y, Norihisa Y, et al. Survey of stereotactic body radiation therapy in Japan by the Japan 3-D Conformal External Beam Radiotherapy Group. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2009;75:343–7. <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2009.02.087>.

3- Gerard M, Lerouge D, Le Guevelou J, Thariat J. [Stereotaxic ablative radiotherapy in stage 1 non-small-cell lung cancer: Results of the phase 3 randomized trial "CHISEL"]. *Bull Cancer* 2020;107:145–7.

4-Timmerman RD, Bizakis CS, Pass HI, Fong Y, Dupuy DE, Dawson LA, et al. Local surgical, ablative, and radiation treatment of metastases. *CA Cancer J Clin* 2009;59:145–70. <https://doi.org/10.3322/caac.20013>.

# INTRODUCTION

*Imagerie fonctionnelle*

**AUCUNE ETUDE  $^{68}\text{Ga}$ -TEP/TDM et SBRT**

**PEGASUS**

**→ CARTOGRAPHIE FONCTIONNELLE, DOSIMETRIE, DIMINUER TOXICITE**

# ETUDE PEGASUS

- ▶ Etude **PROSPECTIVE monocentrique** CHU Brest
- ▶ Evaluation de **faisabilité**
- ▶ **60 patients**
- ▶ Patients adressés au CHU de Brest en vue d'une **radiothérapie stéréotaxique (SBRT) d'une lésion primitive ou secondaire pulmonaire**

Critères d'inclusion	Critères de non inclusion
Age $\geq$ 18 ans Assuré social Traité par SBRT pour une lésion primitive ou secondaire au CHU de Brest	Incapacité/refus de donner son consentement Femmes enceintes ou allaitant Patient sous tutelle ou curatelle

# MATERIEL ET METHODE

## Bilan pré thérapeutique :

### **68Ga-TEP/TDM perfusion**

Bilan standard pré-SBRT:  
Évaluation clinique  
QQV ( EORTC, ED-5D-5L)  
TM6  
EFR

Clinique + QQV

**M1**

Clinique + QQV

**M6**

Clinique + QQV

**M9**

**M3**

**68Ga-TEP/TDM**  
EFR  
Clinique/QQV

**M12**

**68Ga-TEP/TDM**  
EFR  
Clinique/QQV



# MATERIEL ET METHODE

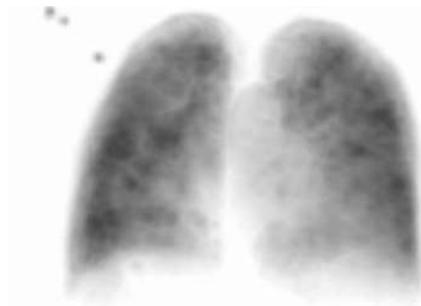
## *$^{68}\text{Ga}$ -TEP/TDM de perfusion*

### Radiopharmaceutique:

#### **MAA- $^{68}\text{Ga}$**

Dose environ **50 MBq**

Injection IV bolus

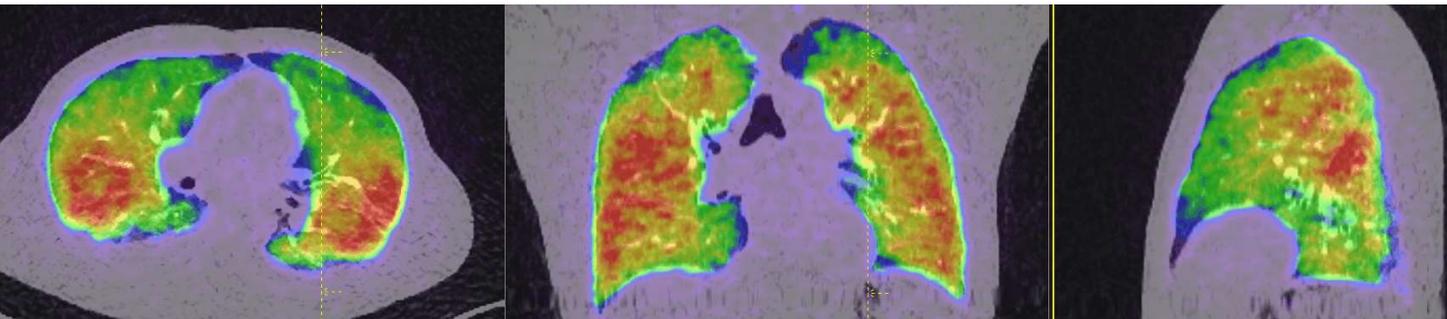


### Acquisition TEP/TDM :

dans **les minutes** suivant l'injection

- 1) Acquisition **TDM gated-4D**
- 2) Acquisition **TEP de perfusion** avec synchronisation respiratoire, mode balayage (FOV défini sur topogramme)

**< 10 min au total**



# MATERIEL ET METHODE

## Définition des volumes fonctionnels

### Méthode semi-automatique <sup>1</sup>

- ▶ Utilisation du logiciel MIM
- ▶ Segmentation selon différents cut-off %**pmax**
- ▶ Adaptation **visuelle**

→ Volumes **fonctionnels** (FUNC) et **hyperfonctionnels** (HYPERFUNC ) pour chaque patient

# MATERIEL ET METHODE

## *Dosimétrie/ planification de la SBRT*

- ▶ **Dosimétrie classique « anatomique »**

Contraintes classiques : OARs, volumes cibles

- ▶ **Dosimétrie fonctionnelle , avec volumes FUNC**

Contraintes classiques + volumes FUNC  $^{68}\text{Ga}$ -TEP/TDM

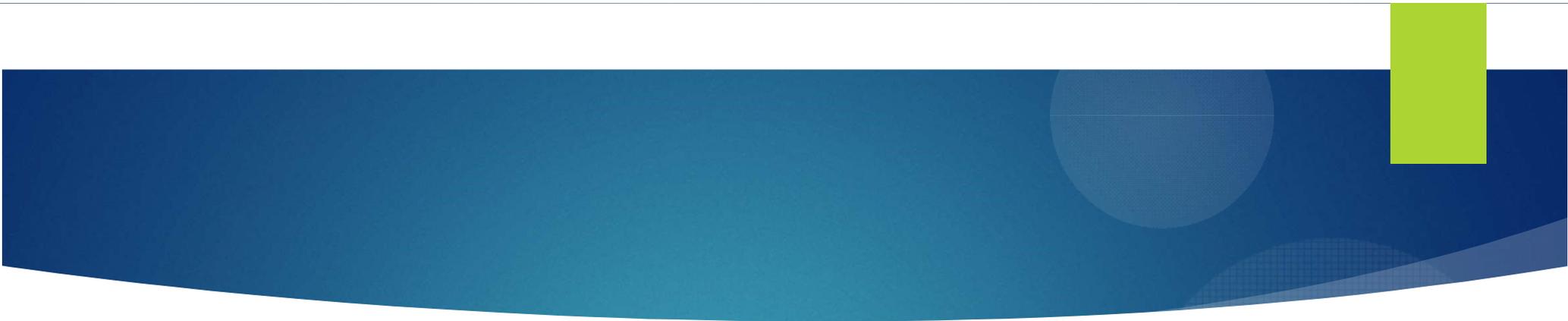
# ACTUELLEMENT

- ▶ **60 patients inclus**

Du 15/07/2021 au 20/01/2022

Dernier traitement de SBRT réalisé le 28/02/2022

- ▶ **Résultats dosimétriques en cours d'analyse**



# CAS CLINIQUES

# CAS CLIN

Mme B, 73 ans

11

► **Mme B :**

73 ans

**BPCO très sévère** VEMS 0,23L ( 11%), O2 long cours

Découverte d'une lésion **para-hilaire droite de 29mm\*23mm**

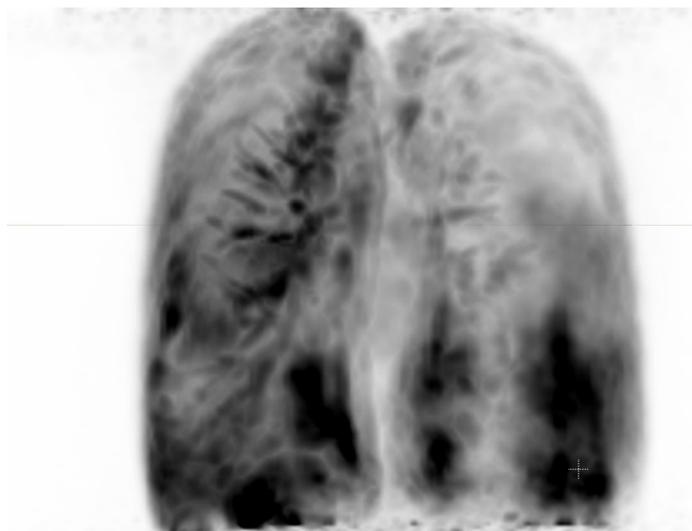
- **PAS de biopsie et contre-indication chirurgie**
- RCP : décision de traitement par **SBRT**
- Très peu de données SBRT chez des patients BPCO sévères



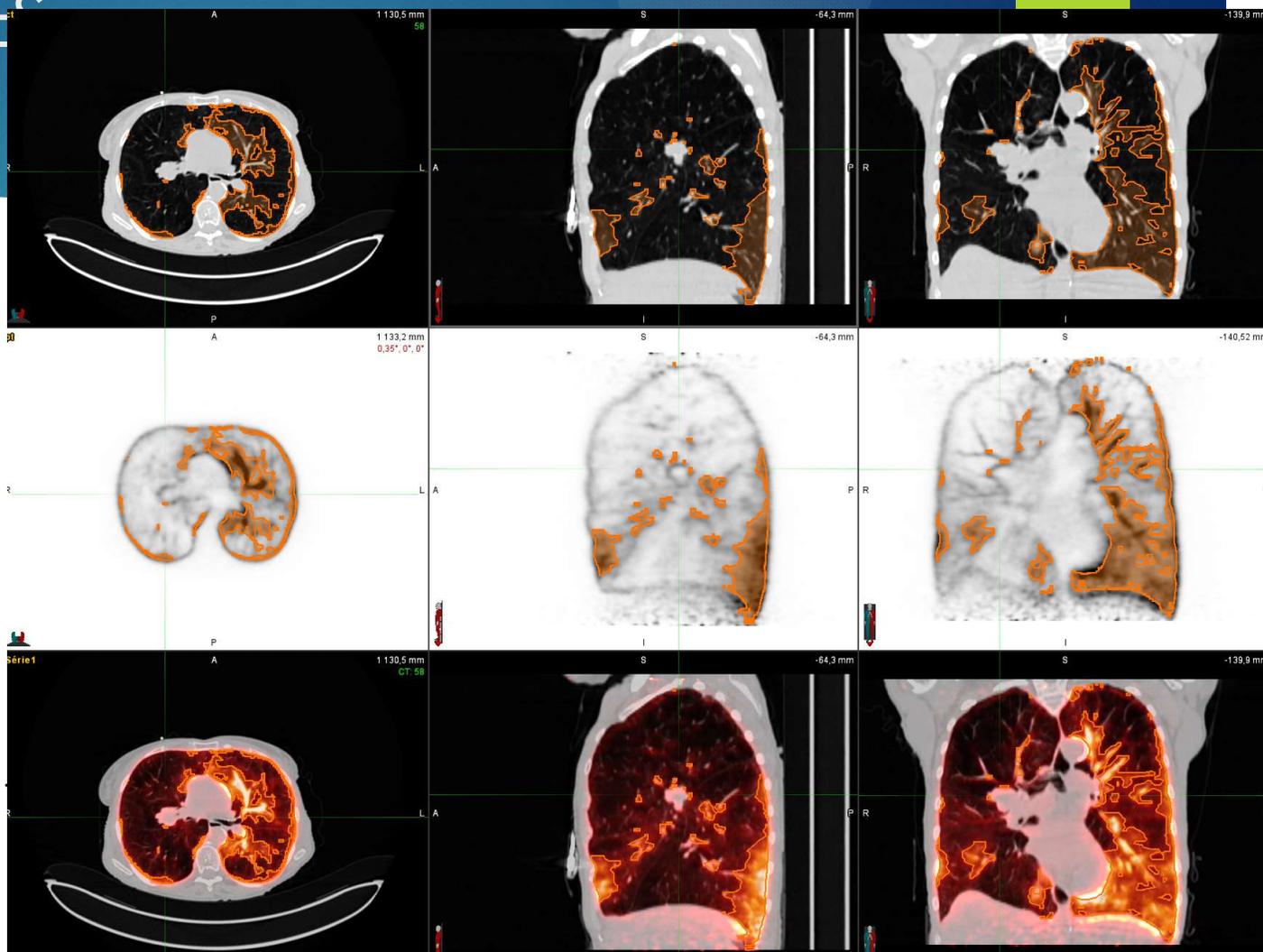
# CAS CLINIQUES

Mme B, 73 ans

68Ga-PET/TDM



Poumon FUNC



# CAS CLINIQUE

Mme B, 73 ans

- ▶ **60 Gy en 8 fractions**
- ▶ Contraintes de doses classiques pour ce schéma thérapeutique : V26Gy < 10% et Dose moyenne (Dmean) < 7 Gy MAIS pour patients VEMS non pathologique
- ▶ Pour Mme B :

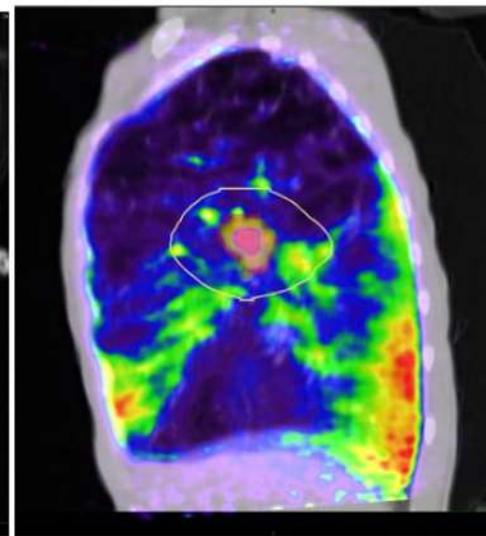
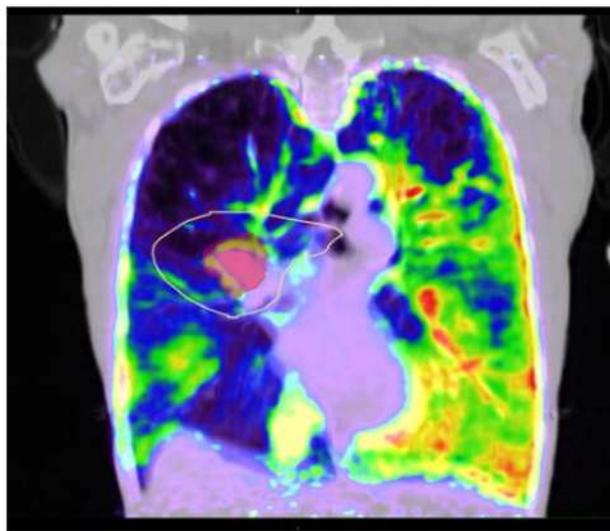
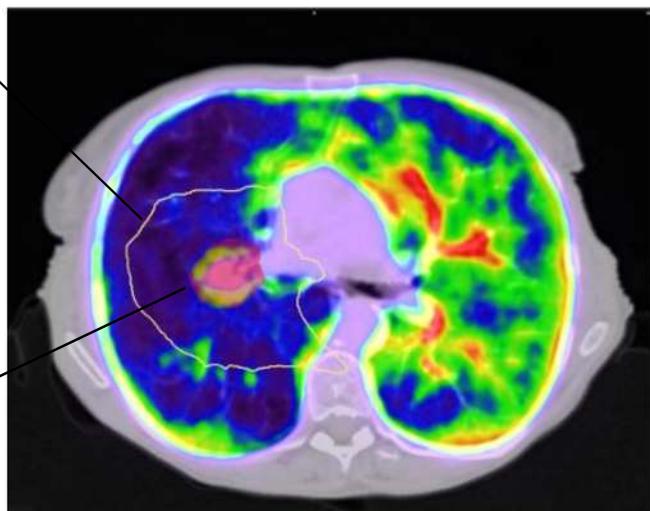
V26 **4,7%** P anat vs **1.1%** P func

Dmean **5,29Gy** P anat vs **2.68** Gy P func

→OK POUR SBRT

V26

PTV



# CAS CLINIQUES

Mme B, 73 ans

► **A 5 mois de la SBRT :**

TDM de réévaluation = réponse partielle

Pas d'effets secondaires

Évaluation **EFR : VEMS 0,27L ( 13%)**

# CAS CLINIQUES

Mme L, 76 ans

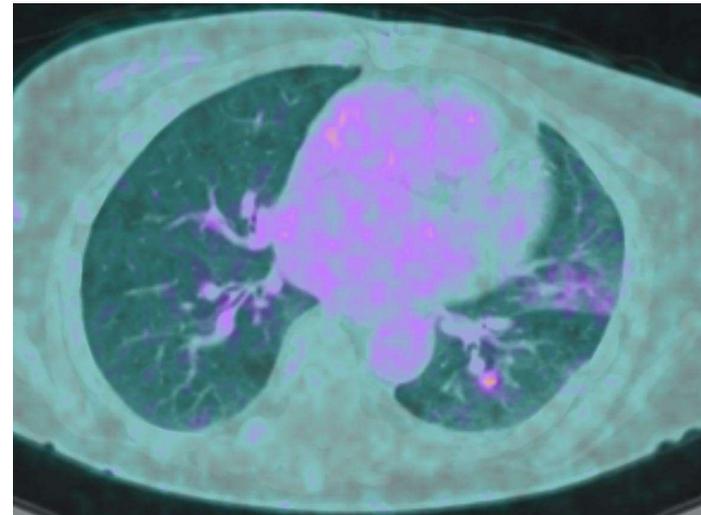
PS 0, non tabagique

EFR normaux: VEMS 1,6L ( 84%théo)

## **Cholangiocarcinome 2016**

1<sup>ere</sup> récurrence linguale 2020 : RT classique 60Gy dec 2020

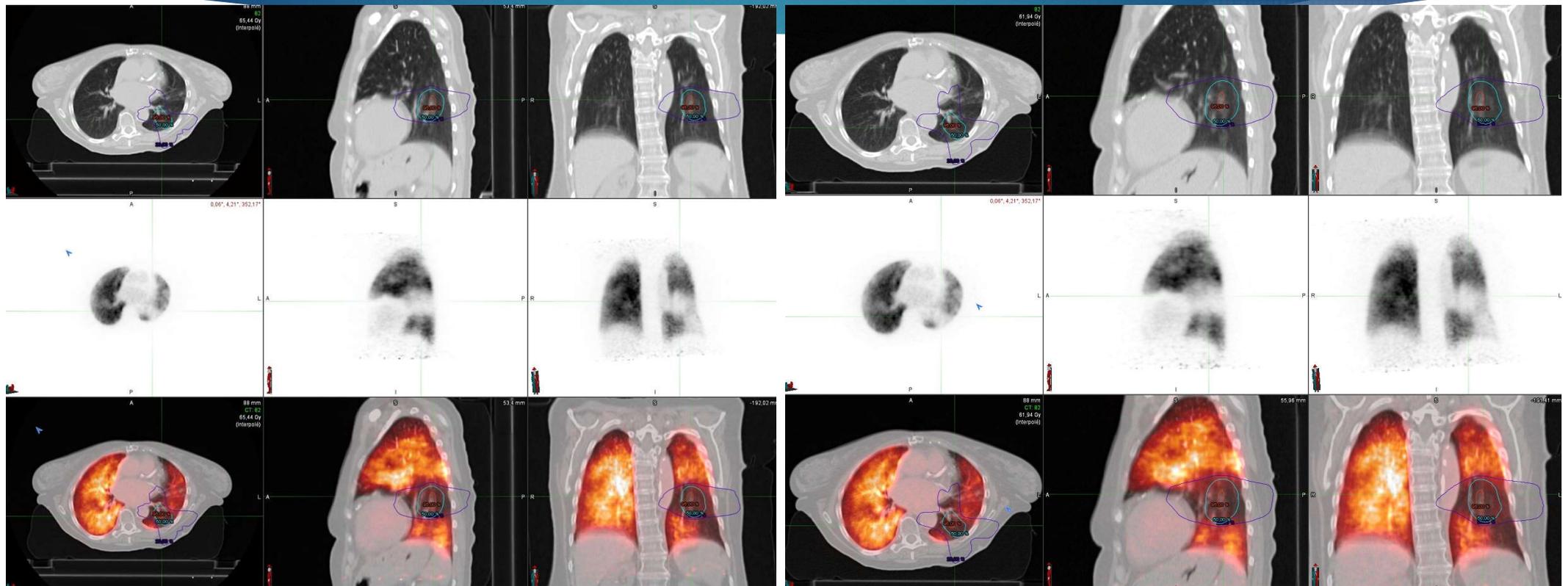
**2<sup>ème</sup> récurrence pulmonaire LIG 8 mm**



→**SBRT 54Gy en 3 fractions**

# CAS CLINIQUES

Mme L, 76 ans



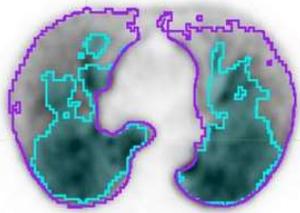
DOSI ANAT

DOSI FUNC

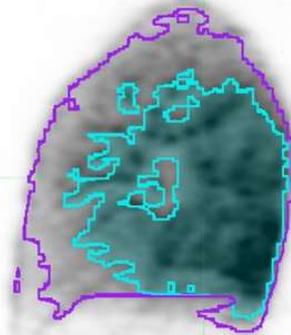
# CAS CLINIQUE

M. G, 75 ans

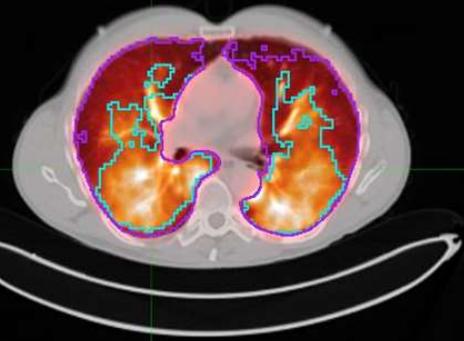
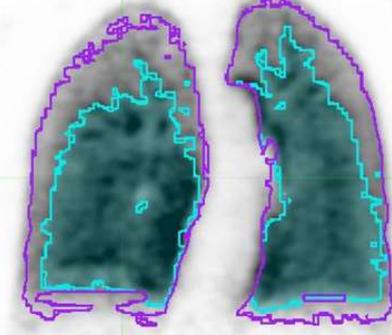
17



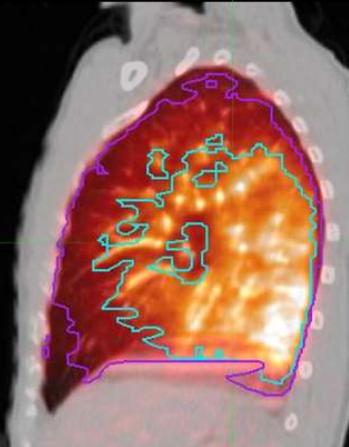
L A



P R



-794,5 mm  
CT: 80



-52,37 mm



-108,47 mm

Violet=FUNC  
Bleu=HYPERFUNC

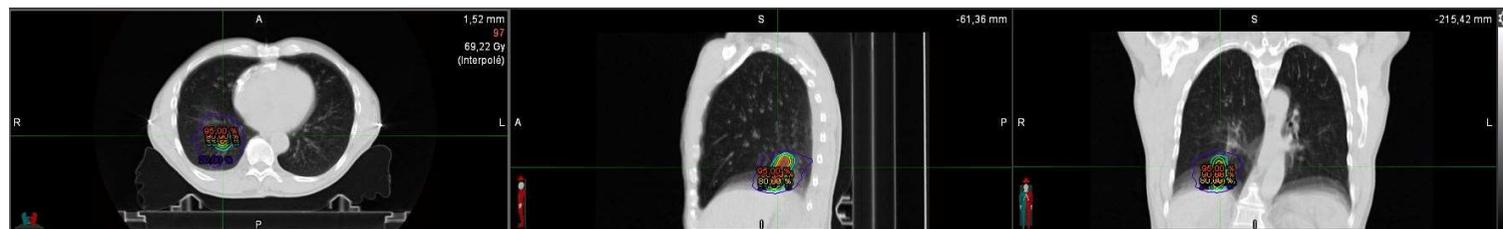
# CAS CLINIQUES

M G, 75 ans

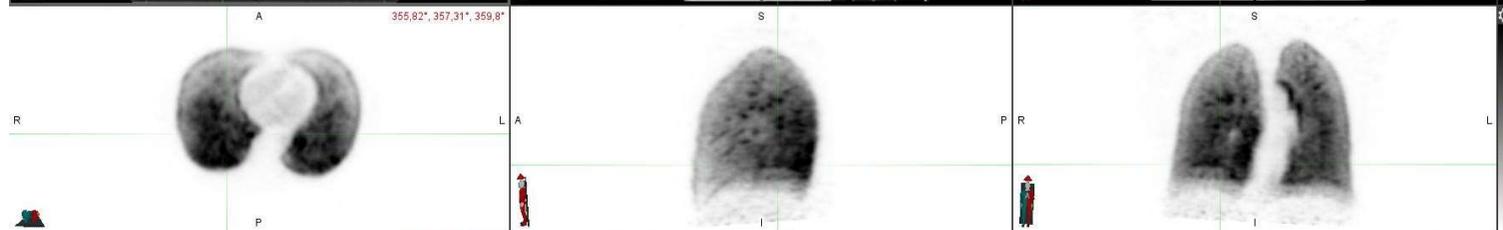
- ▶ SBRT 54 Gy en 3 fractions
- ▶ TDM de réévaluation: ↓ taille du nodule 6 vs 10 mm
- ▶ Bonne tolérance clinique radiothérapie

Ga68-TEP/CT J0 et 3 mois

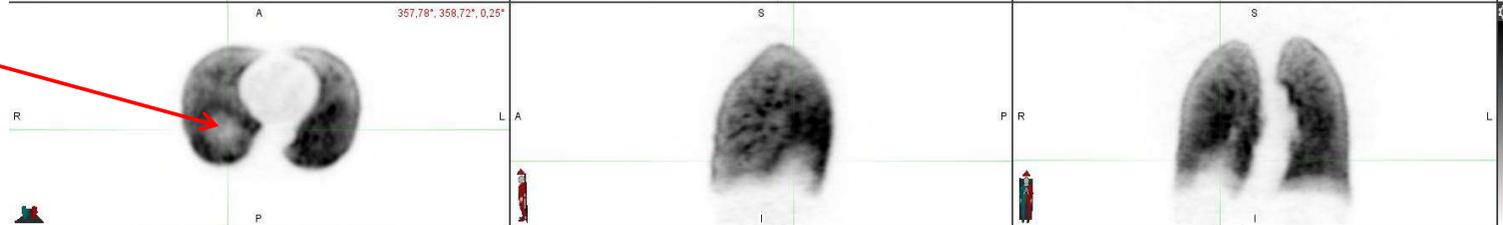
DOSI



TEP J0



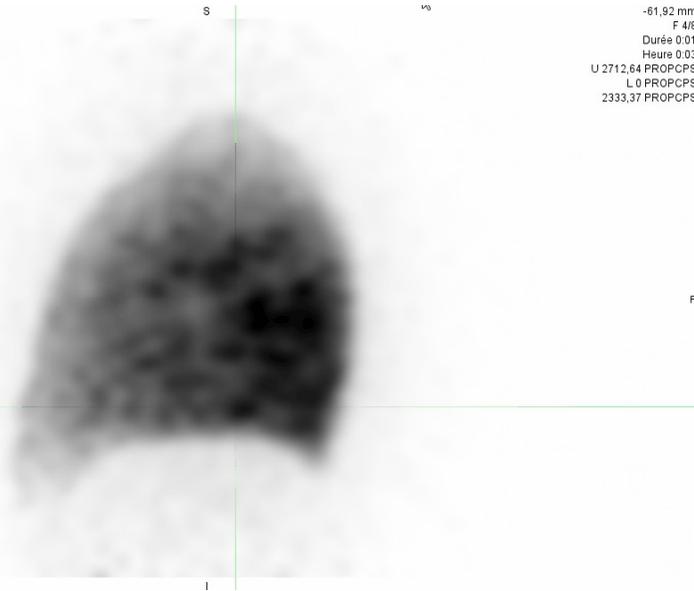
TEP M3



# CAS CLINIQUES

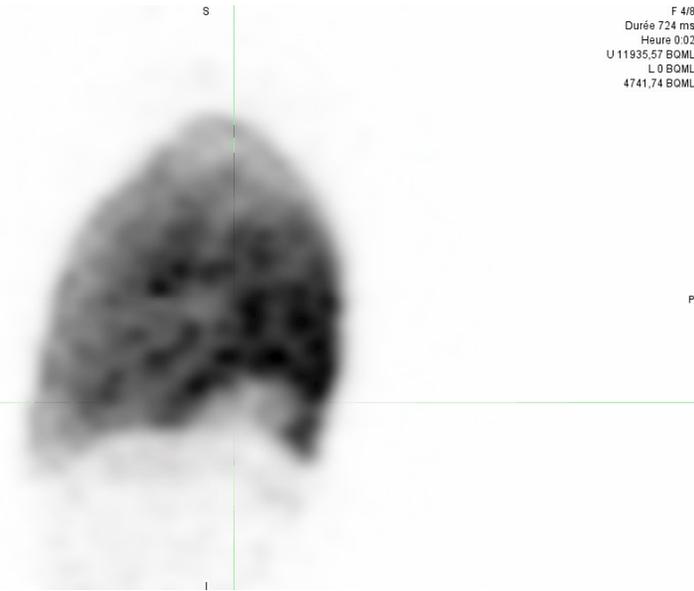
M. G, 75 ans

**PT1 Trame 4 - PRI 1**  
PEGASUS\_36\_GJ  
Perfusion 4D gated NonCorrected (smoothed)  
Anonymous  
2021-11-23 08:41:30



-61,92 mm  
F 4/8  
Durée 0:01  
Heure 0:03  
U 2712,64 PROPCPS  
L 0 PROPCPS  
2333,37 PROPCPS

**PT2 Trame 4 - SEC 1**  
PEGASUS\_036BIS\_GJ  
Perfusion 4D gated corrected (smoothed)  
Anonymous  
2022-03-08 08:15:00



F 4/8  
Durée 724 ms  
Heure 0:02  
U 11935,57 BQML  
L 0 BQML  
4741,74 BQML



**MERCI DE VOTRE ATTENTION**

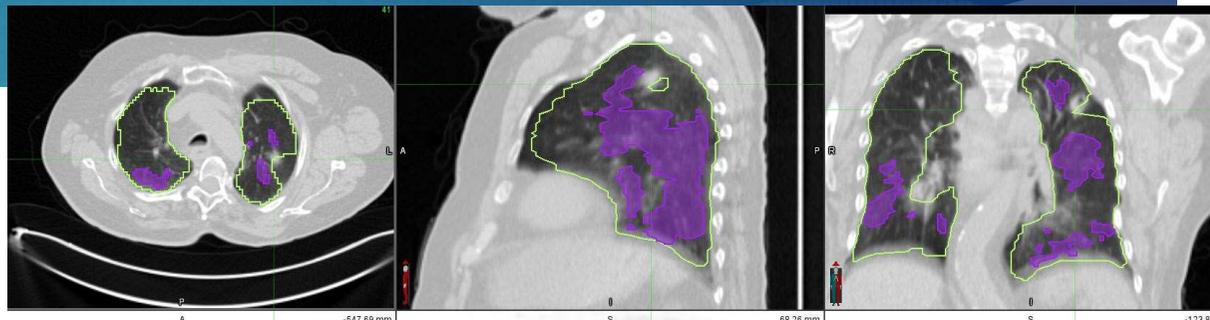
# CAS CLINIQUE

## Autre exemple FUNC et HYPERFUNC

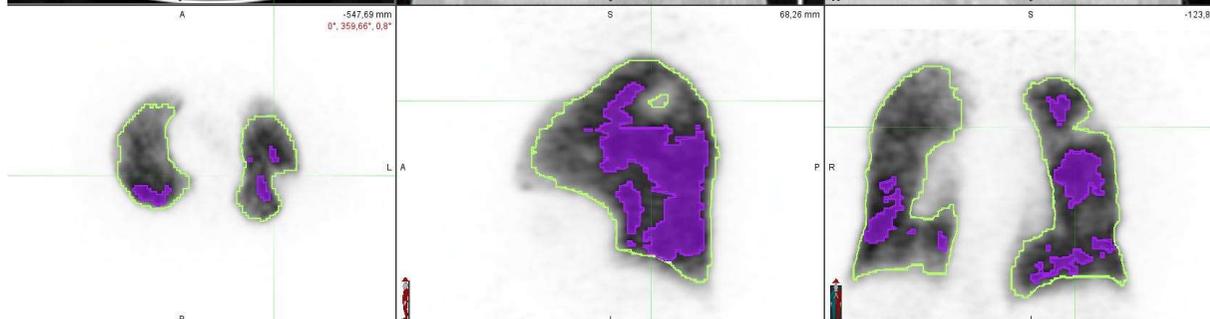
- ▶ Lésion apicale gauche

HYPERFUNC = violet  
FUNC = vert clair

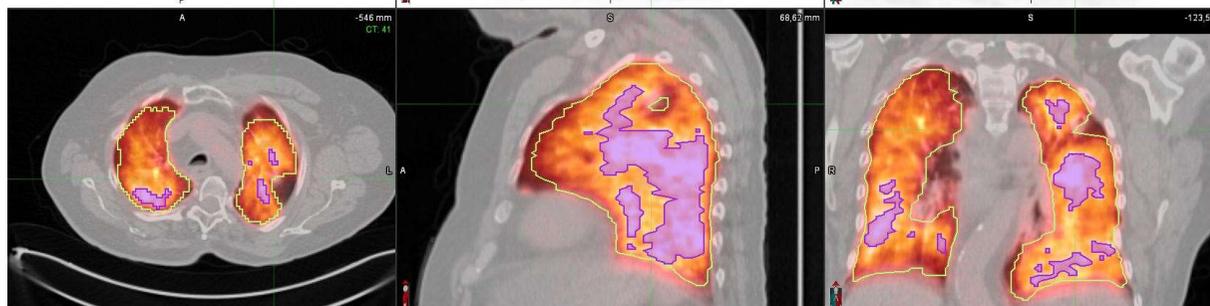
TDM



TEP



TEP/TDM



# OBJECTIFS

## ► Objectif principal :

Estimer le % de patients pour lesquels il est possible, tout en respectant les contraintes standards (volume cible, organes sains dont le poumon anatomique), de **réduire la dose au poumon fonctionnel**.

→définie comme

- Une diminution d'au moins **5 %** du **volume fonctionnel pulmonaire** incluse dans la **V20Gy** ou
- Une diminution d'au moins **5%** de la **fonction pulmonaire relative** incluse dans la **V20Gy**.

## ► Objectifs secondaires :

Estimer le % de patients pour lesquels il est possible, tout en respectant les contraintes standards, de **réduire la dose au poumon fonctionnel**, chez les patients présentant une **fonction pulmonaire normale (VEMS>60) et pathologique ( VEMS < 60)**.

Évaluer le % de **diminution de dose au poumon fonctionnel** entre une planification anatomique et une planification fonctionnelle.

Évaluer la proportion de patients présentant une **toxicité pulmonaire**  $\geq$ G2 à 3, 6, 9 et 12 mois.

Évaluer si les doses au poumon fonctionnel sont prédictives de la toxicité pulmonaire.

Évaluer l'impact de la SBRT sur la **perfusion pulmonaire régionale** à 3 mois et à 12 mois.

Évaluer parmi les patients adressés pour SBRT, la proportion de patients présentant une altération de la fonction pulmonaire (VEMS>60).