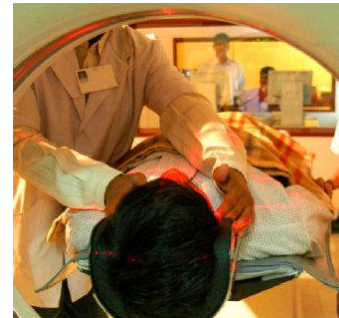


DOSEO : DÉVELOPPEMENT D'UN OUTIL POUR L'OPTIMISATION DE LA DOSE DÉLIVRÉE EN IMAGERIE RADIOLOGIQUE



C. Adrien, M. Lopez-Noriega, G. Bonniaud, S. Dreuil, J.M. Bordy, C. Le Loirec, B. Poumarède,

PRÉSENTATION DE DOSEO

Campus Paris Saclay

FONDATION DE COOPERATION SCIENTIFIQUE

DOSEO – Plateforme pour les technologies de la radiothérapie et de l'imagerie associée



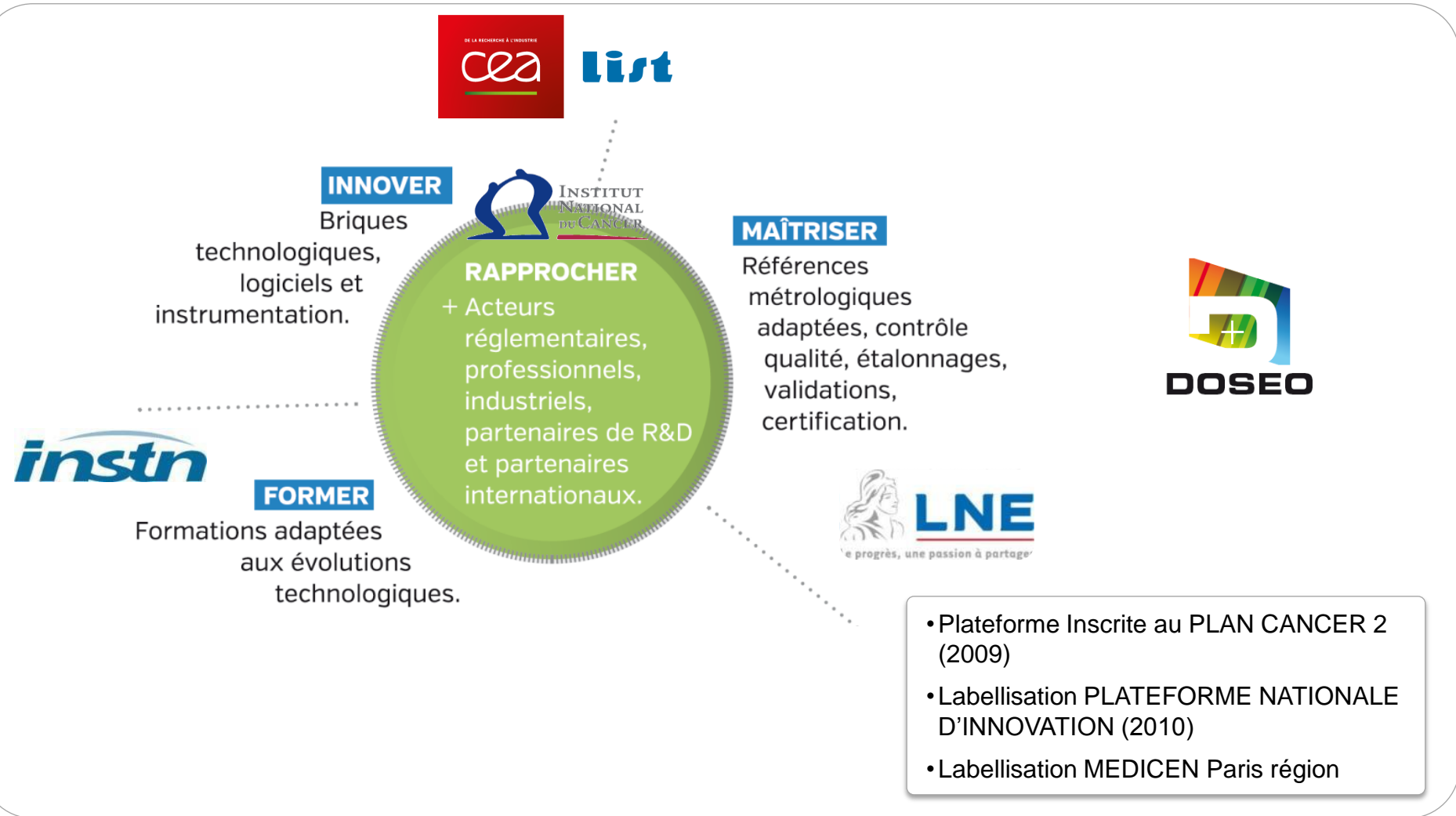
direction générale de la compétitivité de l'industrie et des services

Lieu partagé d'innovation et de formation collaborative, dans une zone ouverte du centre CEA de Saclay



Opérationnelle mi 2014

PLATEFORME DOSEO, Plateforme des technologies de la radiothérapie & de l'imagerie



PLATEAU TECHNOLOGIQUE
1000 m²



Varian TrueBeam
/ MLC120



Elekta Synergy
/ MLC Agility



Scanner CT
GE Discovery 750HD



Curiethérapie
(HDR-PDR Ir-192 & LDR I-125)

FORMATION
400 m²

- Amphithéâtre
- Salles d'études
- Salles de conférences



Calcul



Laboratoires

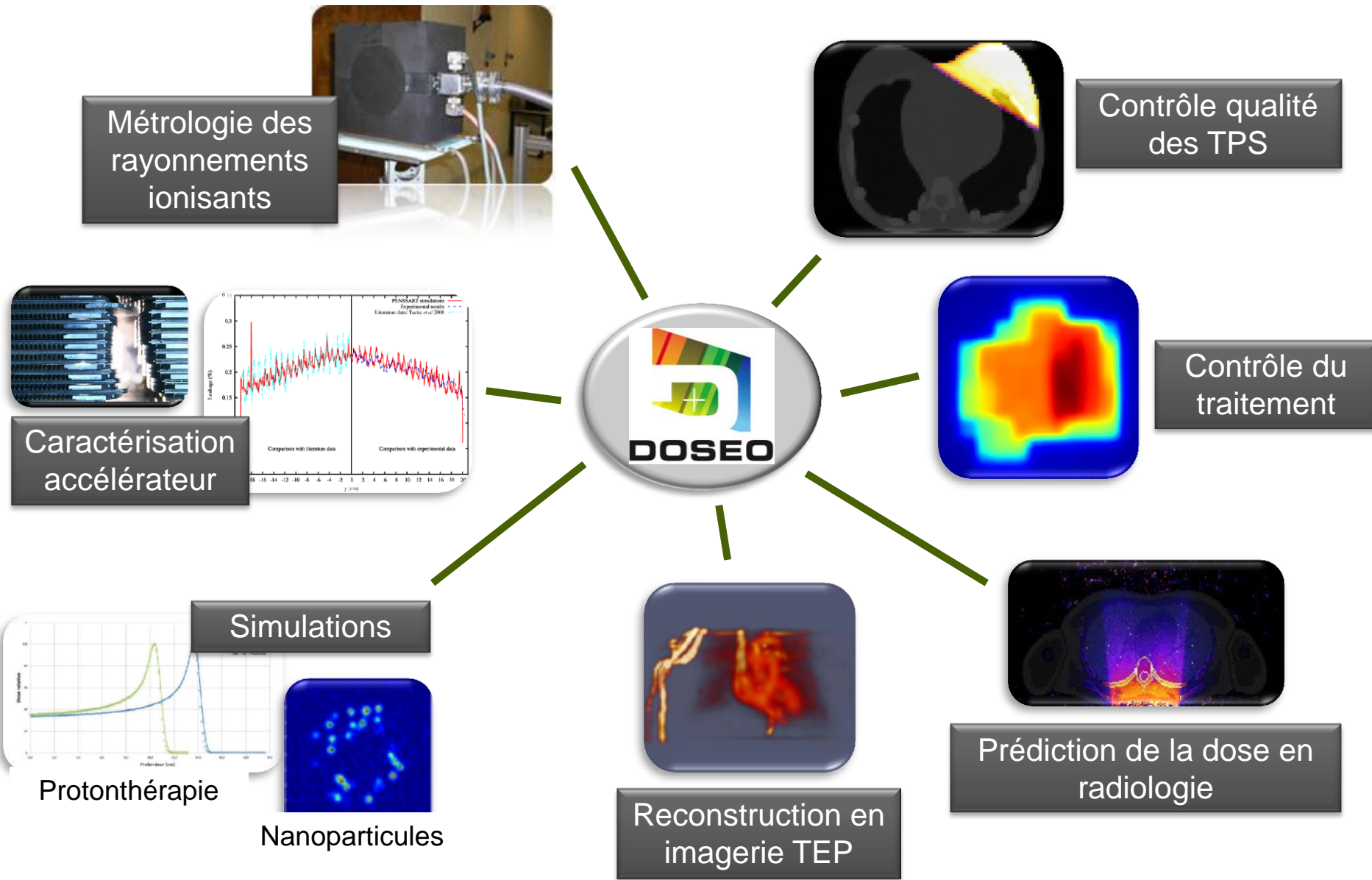


Irradiateur ⁶⁰Co

ACCUEIL
1000 m²

- Bureaux
- Hall, accueil
- Salles de réunions

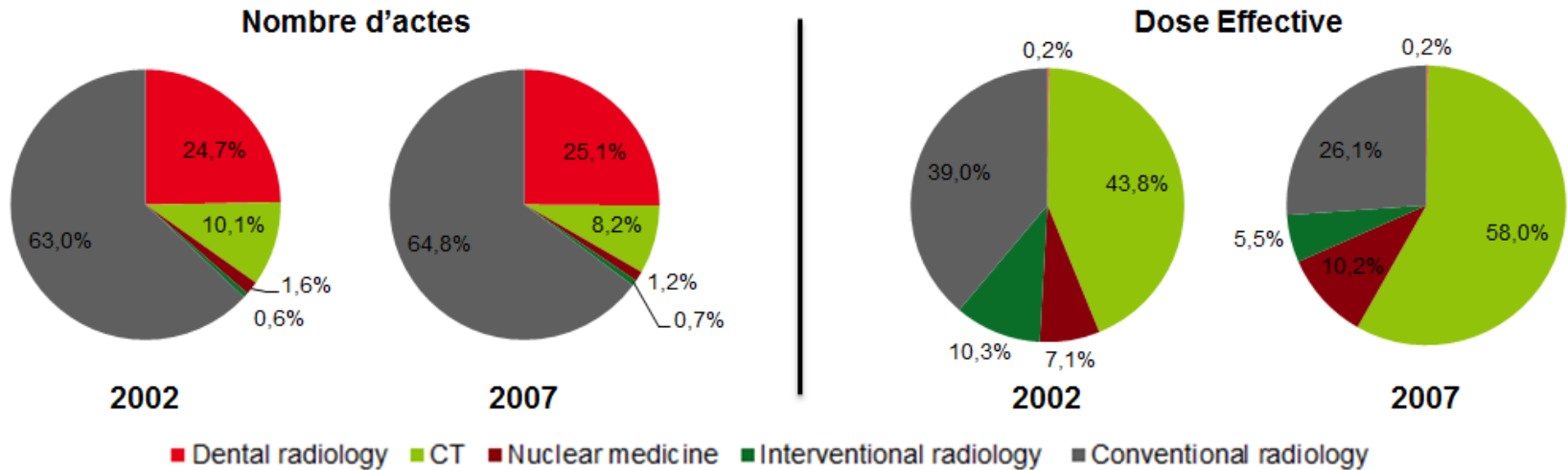




ESTIMATION DE LA DOSE EN IMAGERIE RADIOLOGIQUE

- **Hausse significative du nombre d'actes d'imagerie**

- Augmentation de la dose collective



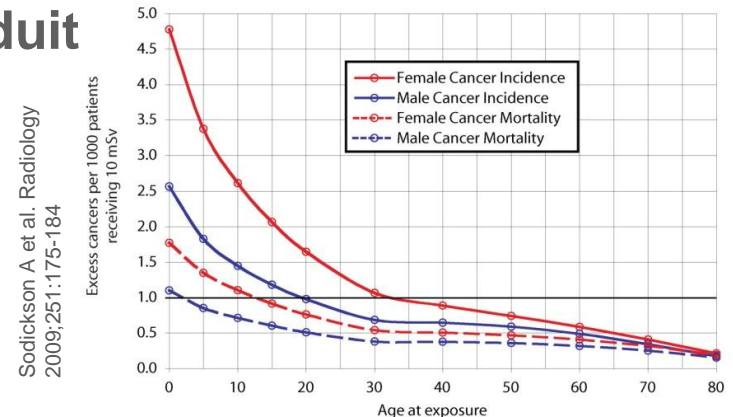
- **Problème de radioprotection du patient**

- Surtout en radiologie interventionnelle



Radiologie interventionnelle vasculaire

- **Niveau de dose inconnu avant l'apparition d'un cancer radio-induit**



Cependant

- **Connaissance incomplète de la dose délivrée**
 - Seulement des estimateurs de dose

Dose Parameter	Definition	Effects on Radiation Dose	Unit
CTDI _w	Average radiation dose in scan volume measured in standard CT phantoms; 1/3 CTDI center + 2/3 CTDI periphery	Directly proportional to radiation dose in unit volume, influenced by pitch factor	mGy
CTDI _{vol}	CTDI _w /pitch	Directly proportional to radiation dose in unit volume, irrespective of pitch factor	mGy
Dose-length product	CTDI _{vol} x scan length (cm)	Directly proportional to total scanned radiation dose	mGy · cm
Effective dose	Overall risk-related radiation exposure; $\sum W_T$ (tissue weighting factor) x H_T (tissue equivalent dose)	Directly proportional to total scanned radiation dose and overall risk of irradiated tissue	mSv

Korean J Radiol. 2012 Jan-Feb; 13(1): 1–11

- **Absence de rapport de dose détaillé**
- **Information insuffisante pour faire de l'optimisation**



Logiciel Monte Carlo PENRADIO

DOSE DÉLIVRÉE AU PATIENT EN RADIOLOGIE INTERVENTIONNELLE (RI)

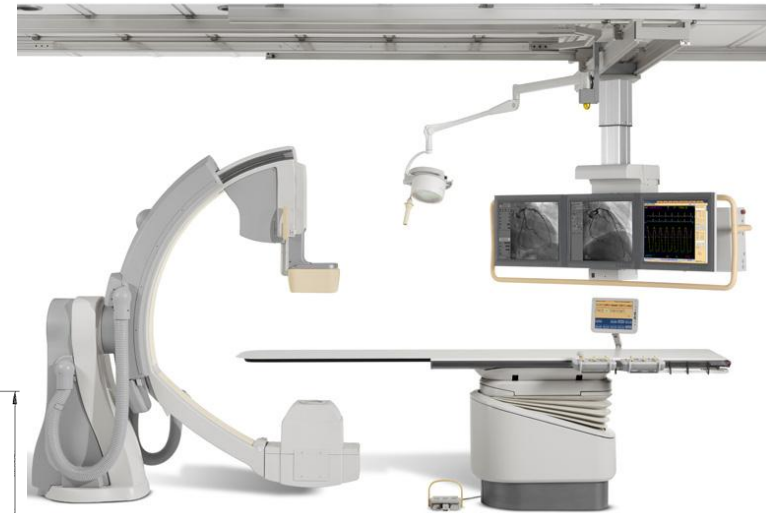
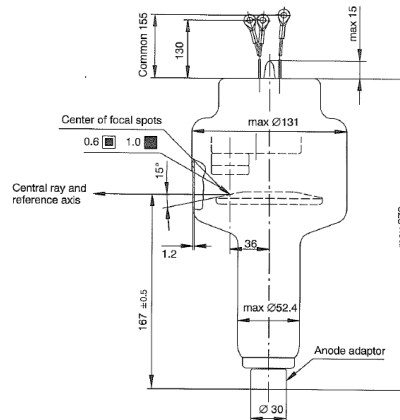
- **Modèle Monte Carlo basé sur la note technique du constructeur**

- **Deux rotations possibles autour du patient :**

- Axe Gauche-Droite
- Axe Cranio-Caudal

- **Deux types d'acquisition :**

- Fluorographie
- Fluoroscopie



- Radiologie interventionnelle cardiaque

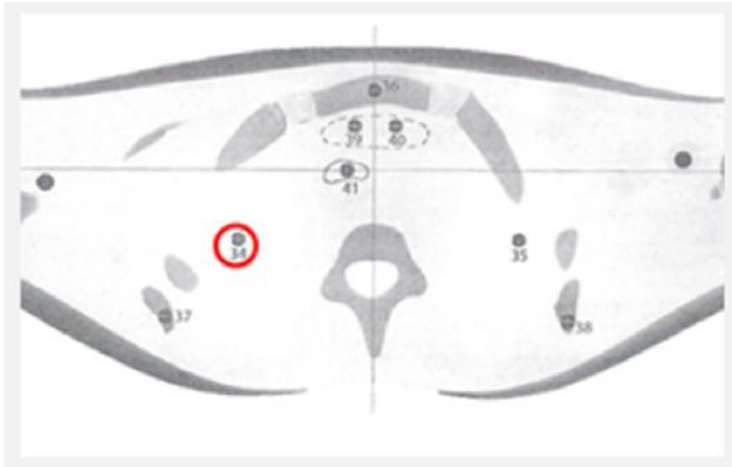


- Mesures réalisées avec des dosimètres luminescents par stimulation optique (OSL)

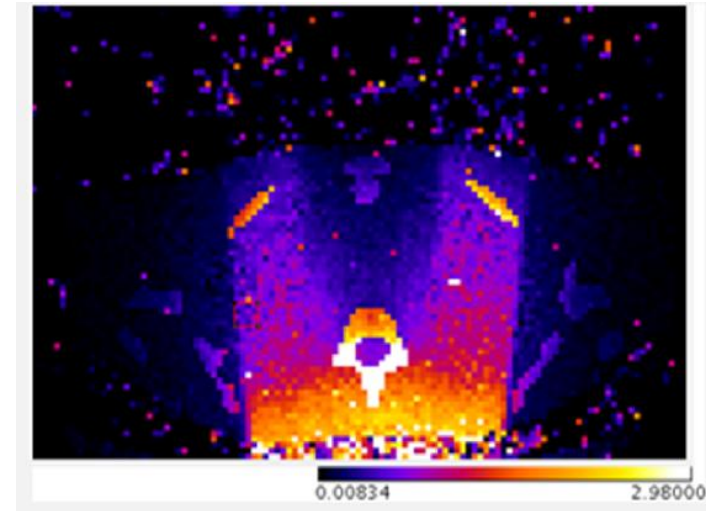


- Comparaison avec les simulations réalisées à partir de PENRADIO

Dose mesurée et estimée dans le poumon



Position des OSL dans le fantôme



Carte de Dose

Dose Mesurée (mGy)	Dose Estimée (mGy)	Erreur (%)
0,59	0,56 ± 0,05	5,1

VALEURS MESURÉES ET ESTIMÉES POUR 13 POINTS

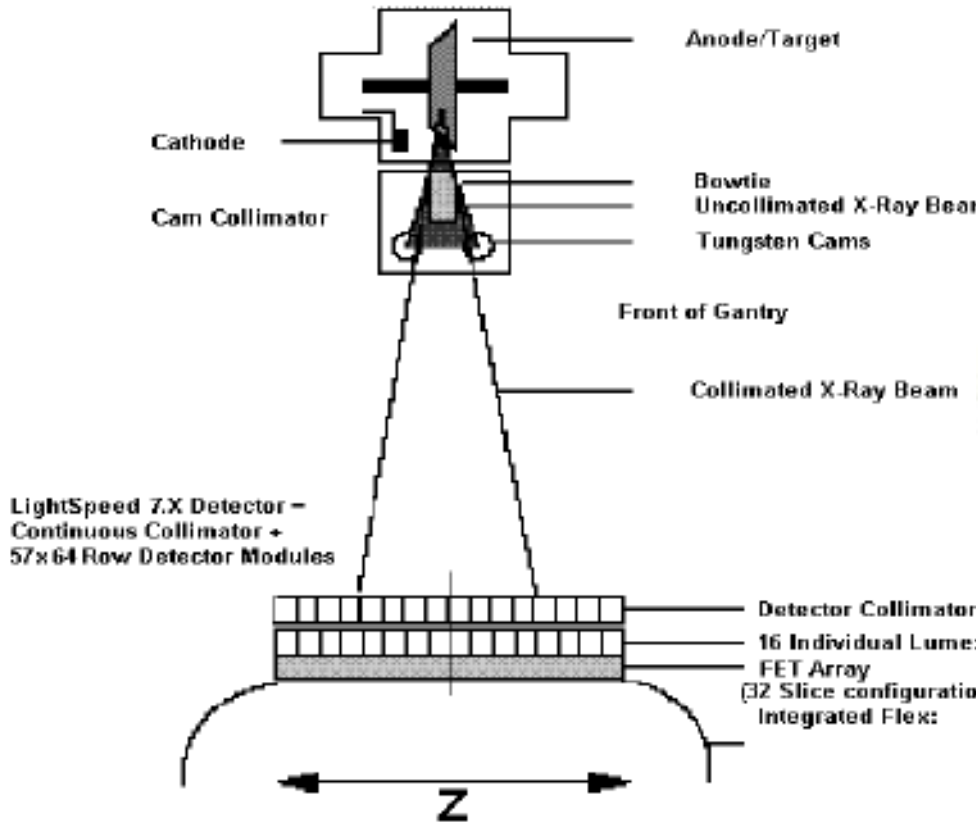
Organe	Dose Mesurée (mGy)	Dose Simulée (mGy)	Ecart (%)
Thyroïde	$1,99 \cdot 10^{-1}$	$2,24 \cdot 10^{-1}$	13,1
Clavicule	$5,98 \cdot 10^{-1}$	$6,13 \cdot 10^{-1}$	2,51
Poumon	$5,95 \cdot 10^{-1}$	$5,63 \cdot 10^{-1}$	5,38
Omoplate	$5,56 \cdot 10^{-1}$	$5,25 \cdot 10^{-1}$	5,58
Thymus Gland	$1,39 \cdot 10^{-1}$	$1,54 \cdot 10^{-1}$	10,8
Poumon	$1,80 \cdot 10^{-1}$	$1,88 \cdot 10^{-1}$	4,44
Côte	$7,64 \cdot 10^{-1}$	$6,67 \cdot 10^{-1}$	12,7
Omoplate	$2,37 \cdot 10^{-1}$	$2,60 \cdot 10^{-1}$	9,71
Poumon	$5,39 \cdot 10^{-2}$	$5,88 \cdot 10^{-2}$	9,10
Sternum	$4,29 \cdot 10^{-2}$	$4,35 \cdot 10^{-2}$	1,40
Coeur	$1,90 \cdot 10^{-2}$	$1,93 \cdot 10^{-2}$	1,59
Poumon	$1,28 \cdot 10^{-2}$	$1,46 \cdot 10^{-2}$	14,1
Peau	2,01	2,08	3,48



Ecart inférieur à 15% => Excellent Accord

ADAPTATION DE L'OUTIL POUR LES EXAMENS SCANOGRAPHIQUES

3^{ème} génération de scanner multicoupes



- Modèle Monte Carlo en partie basé sur la note technique du constructeur
- Ajustement de la filtration à partir de données expérimentales

1^{ère} Etape :

Spectre en Energie initial

Spekcalc

Générateur de spectre

PENELOPE

Générateur de spectre et de PSF



Méthode de Turner¹

2^{ème} Etape :

Spectre Equivalent + Filtration Inhérente



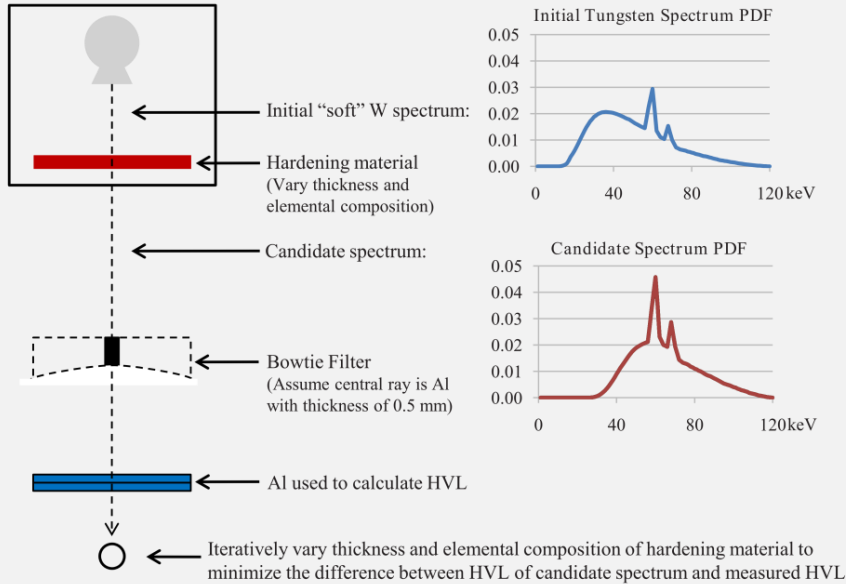
Méthode de Turner¹

3^{ème} Etape :

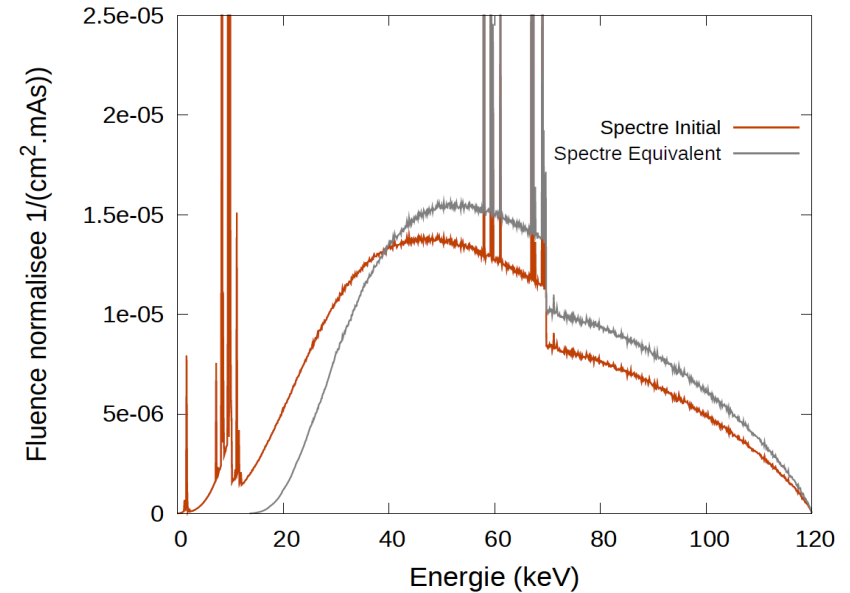
Modélisation du filtre papillon

¹ Turner, Zhang, Kim, et al, *A method to generate equivalent energy spectra and filtration models based method to estimate radiation dose from MDCT Monte Carlo dosimetry simulations*, Medical Physics, 2009, vol 36, 2154-2164

Méthode de Turner¹



Spectres initial et équivalent normalisé



Données Expérimentales

Monte Carlo

Filtration inhérente (mm d'Al)

1,94

1^{ère} CDA (mm d'Al)

6,08

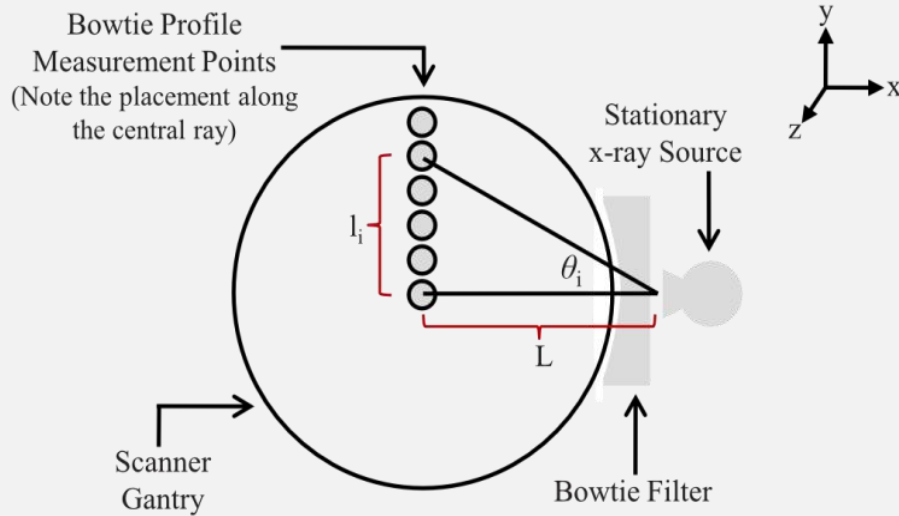
6,08

2^{ème} CDA (mm d'Al)

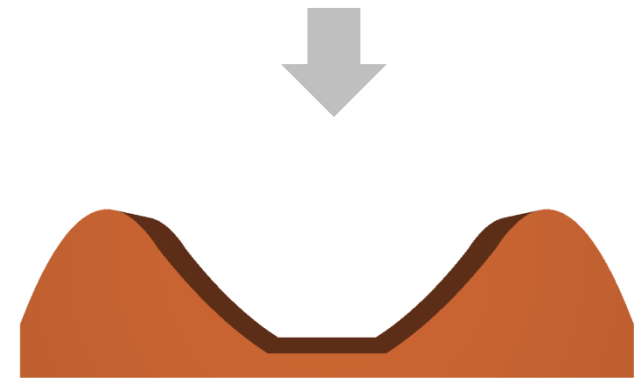
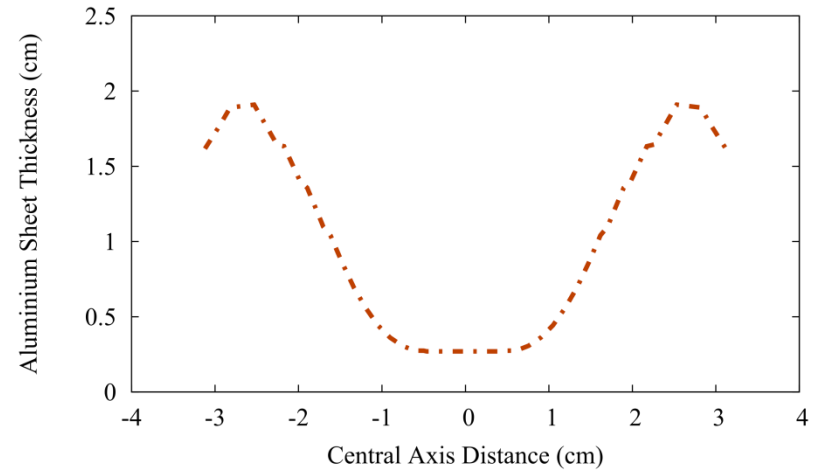
8,23

8,87

Méthode de Turner¹

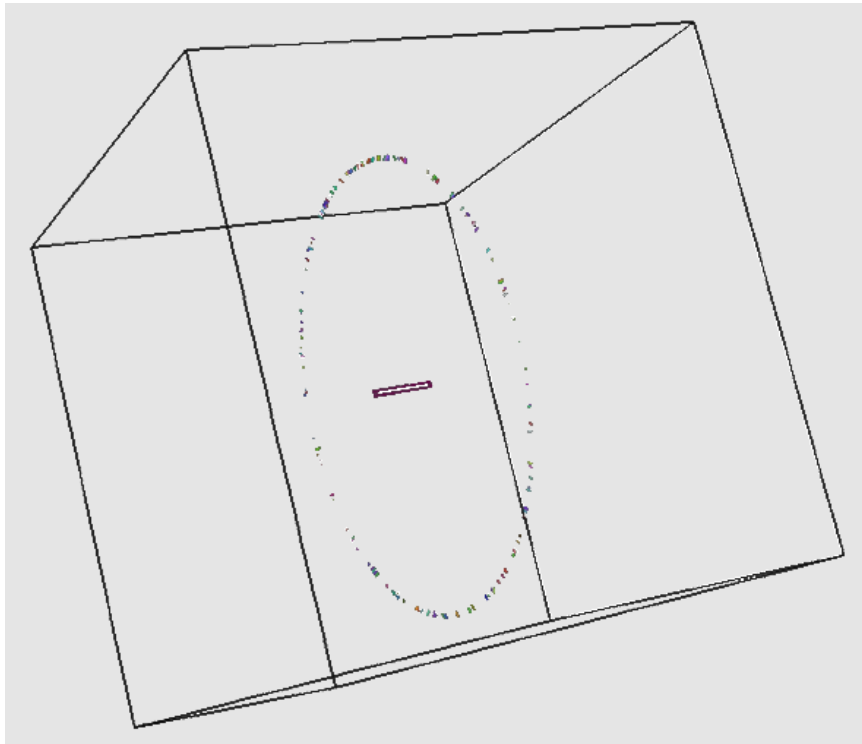


Filtre papillon « BODY »

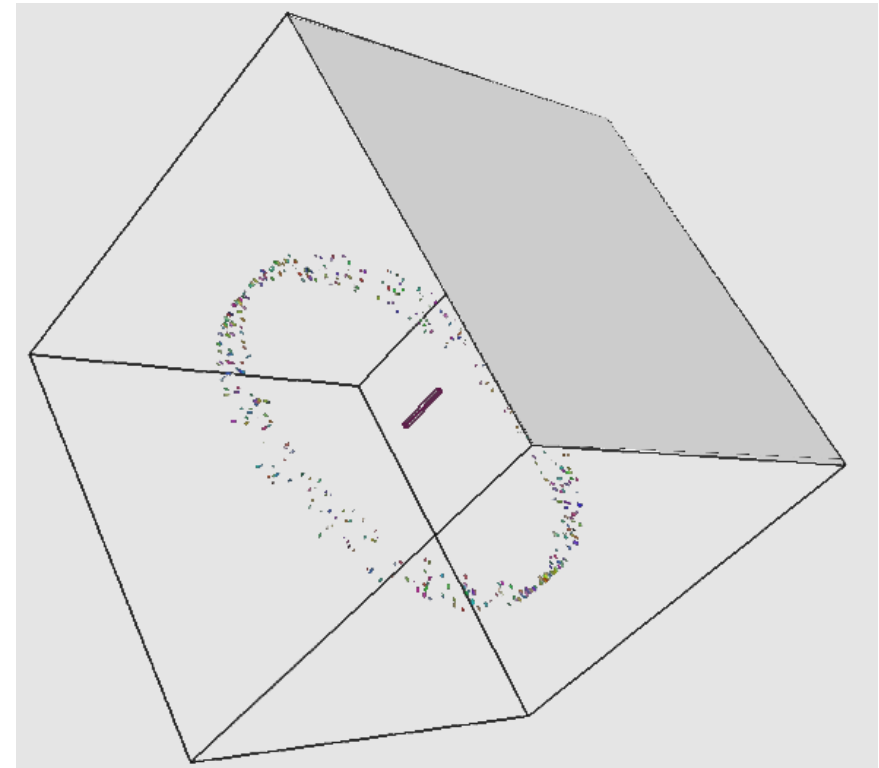


Visualisation PENGEOM 3D

Acquisition axiale



Acquisition hélicoïdale



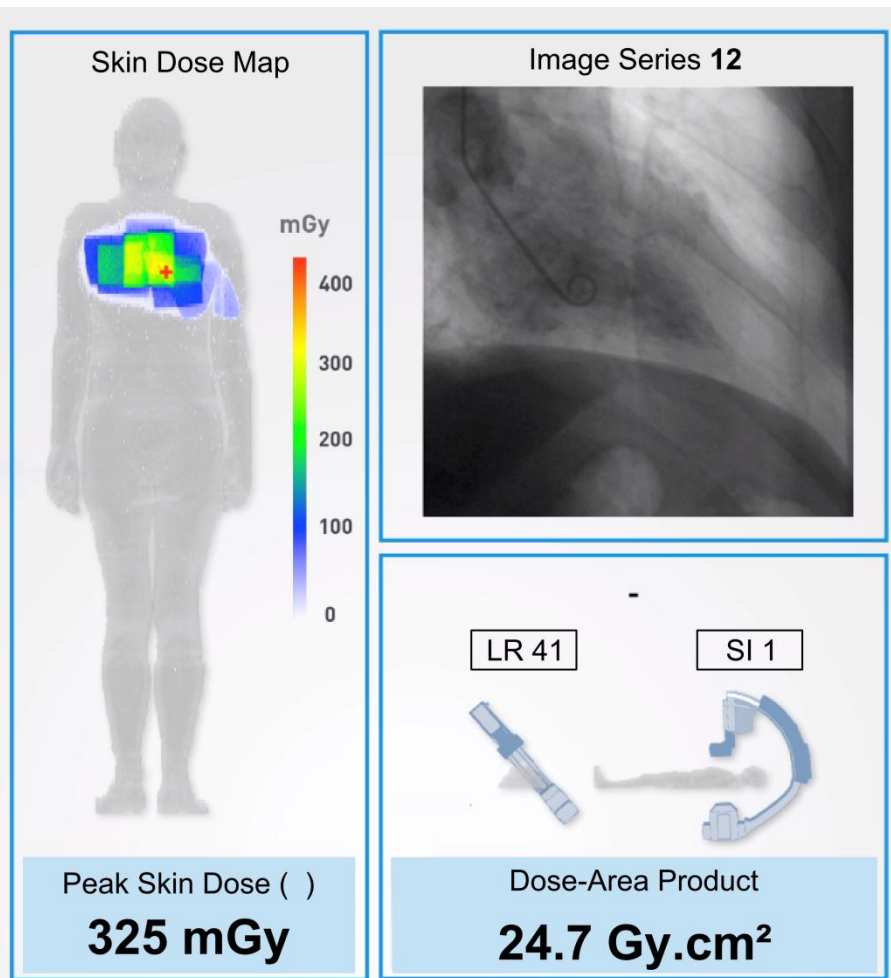
emSIM : UN OUTIL CLINIQUE

CAS D'ÉTUDE : CORONOGRAPHIE



- **Homme / 56a / 84kg avec sténoses artérielles**
- **Adressé pour une angine stable**
- **Deux modes d'acquisition :**
 - Fluoroscopie : 3 séquences
 - Fluorographie: 9 acquisitions

CAS D'ÉTUDE : CORONOGRAPHIE



Dose pic à la peau (mGy)	
Estimation du constructeur	300
Estimation de PENRADIO	325,2

➔ Ecart inférieur à 20%

POUR L'AVENIR ...

DOSE & IMAGE QUALITY

P
A
T
I
E
N
T

Male Female

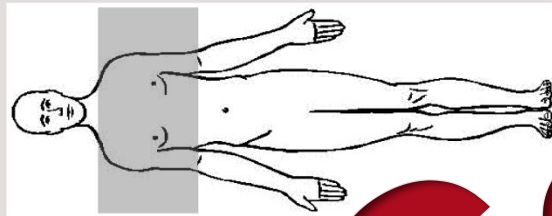
Age (y)

Weight (kg)

Size (cm)

A
C
Q
U
I
S
I
T
I
O
N

Anatomical Localization



High Voltage (kV)

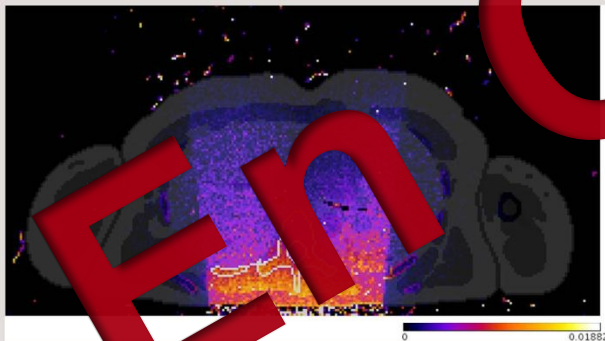
Pitch

Slice thickness (mm)

Reconstruction Filter

Beam Filter

D
O
S
E



Lung mGy Marrow mGy

Heart mGy Liver mGy



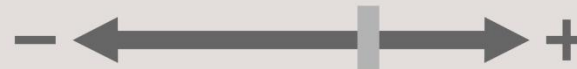
I
M
A
G
E

Q
U
A
L
I
T
Y

GOOD

Physical Score : 3.5 / 5

Clinical Score : 4.1 / 5



ENCOURS

MERCI POUR VOTRE ATTENTION