



HÔPITAUX
ROBERT
SCHUMAN
HÔPITAL KIRCHBERG

Les limites physiques et psychologiques de l'optimisation

Alexandre Cordebar
Service de Radiologie
Hôpital Kirchberg

alexandre.cordebar@hopitauxschuman.lu

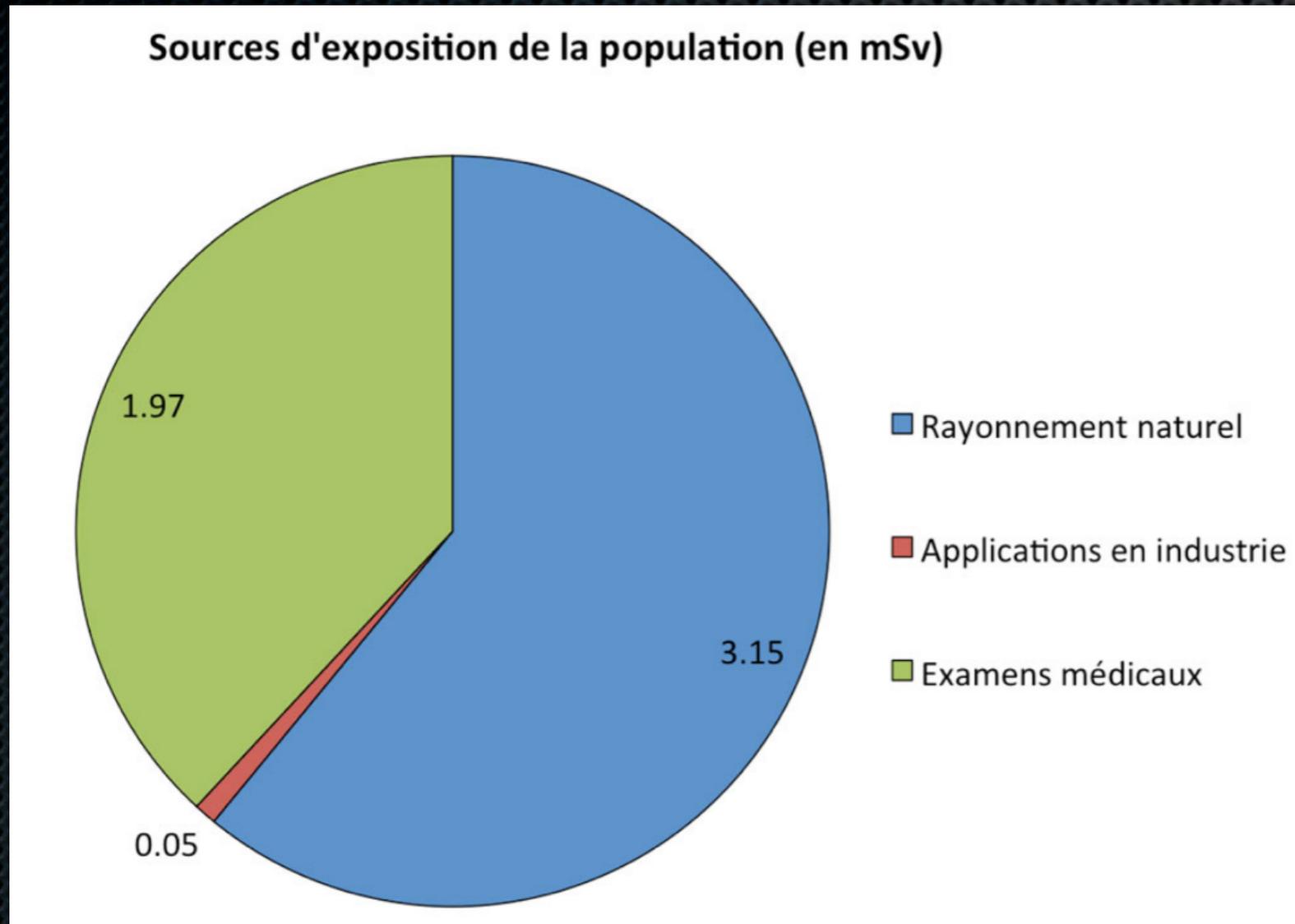


Dose et Imagerie Médicale

- ✦ Directive Euratom 2013/59 (transposition 02/18 !)
 - ✦ Justification / Optimisation
 - ✦ principe ALARA «As Low As Reasonably Achievable»

Directive 2013/59/Euratom du Conseil du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants et abrogeant les directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom et 2003/122/Euratom

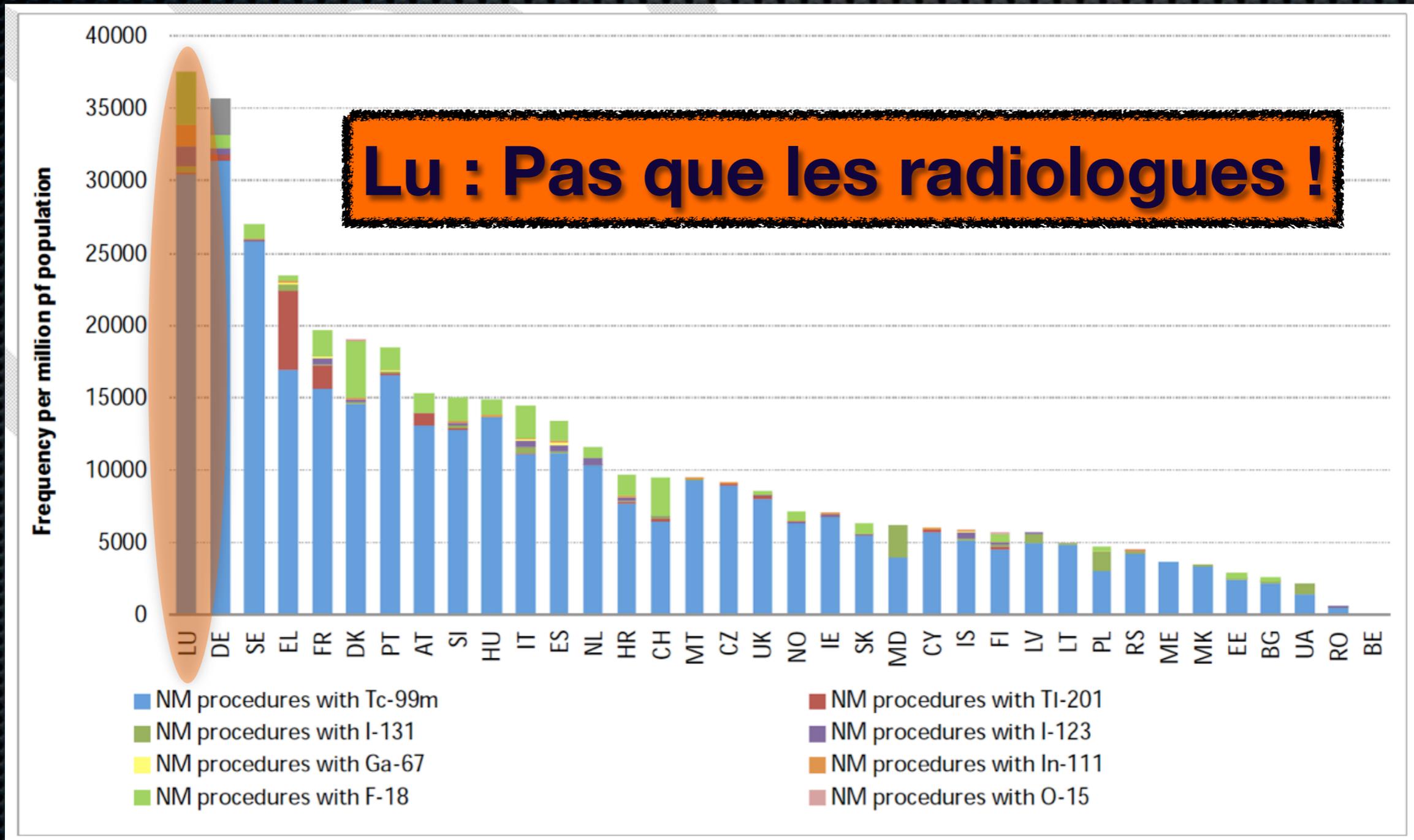
Contexte général : exposition de la population



- CT : 50% de l'exposition médicale
- <http://www.sante.public.lu/fr/prevention/radioactivite/exposition-luxembourg/index.html>

Contexte Général : résultats

DATAMED 2 Médecine Nucléaire



Contexte Général : résultats DATAMED 2

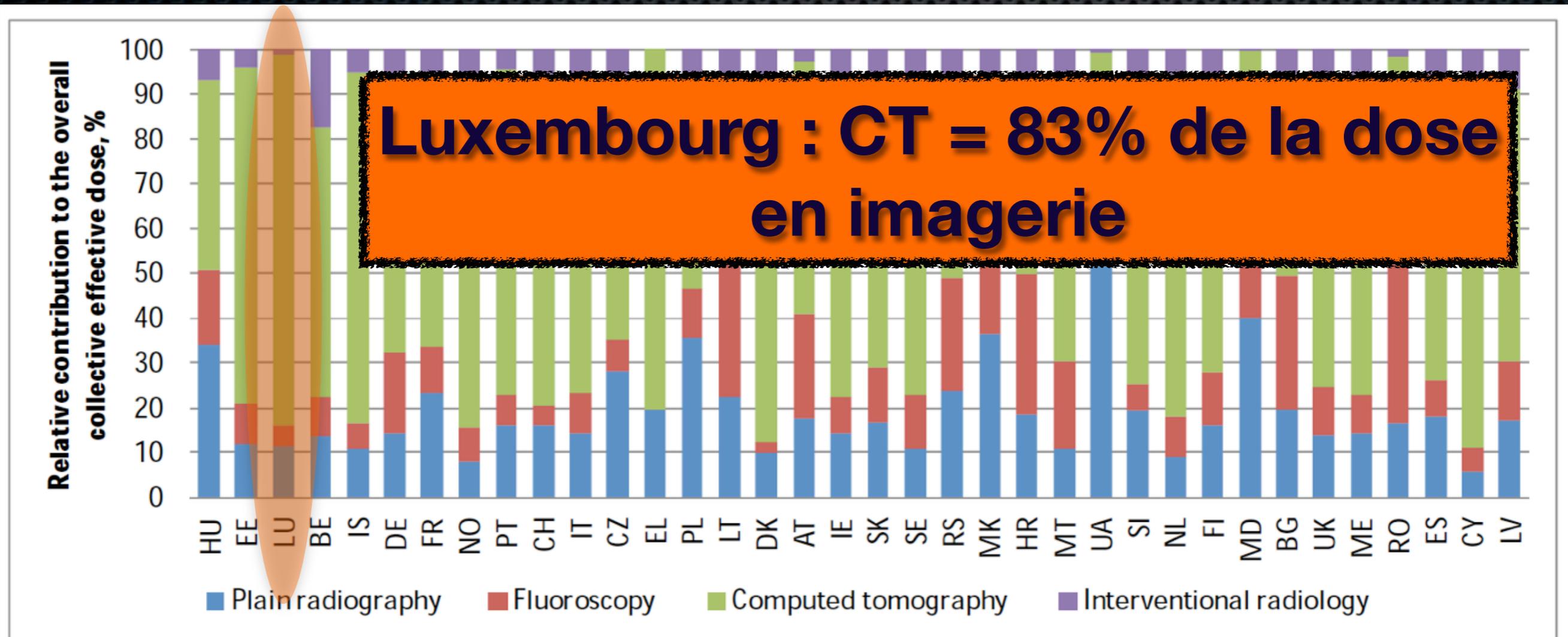
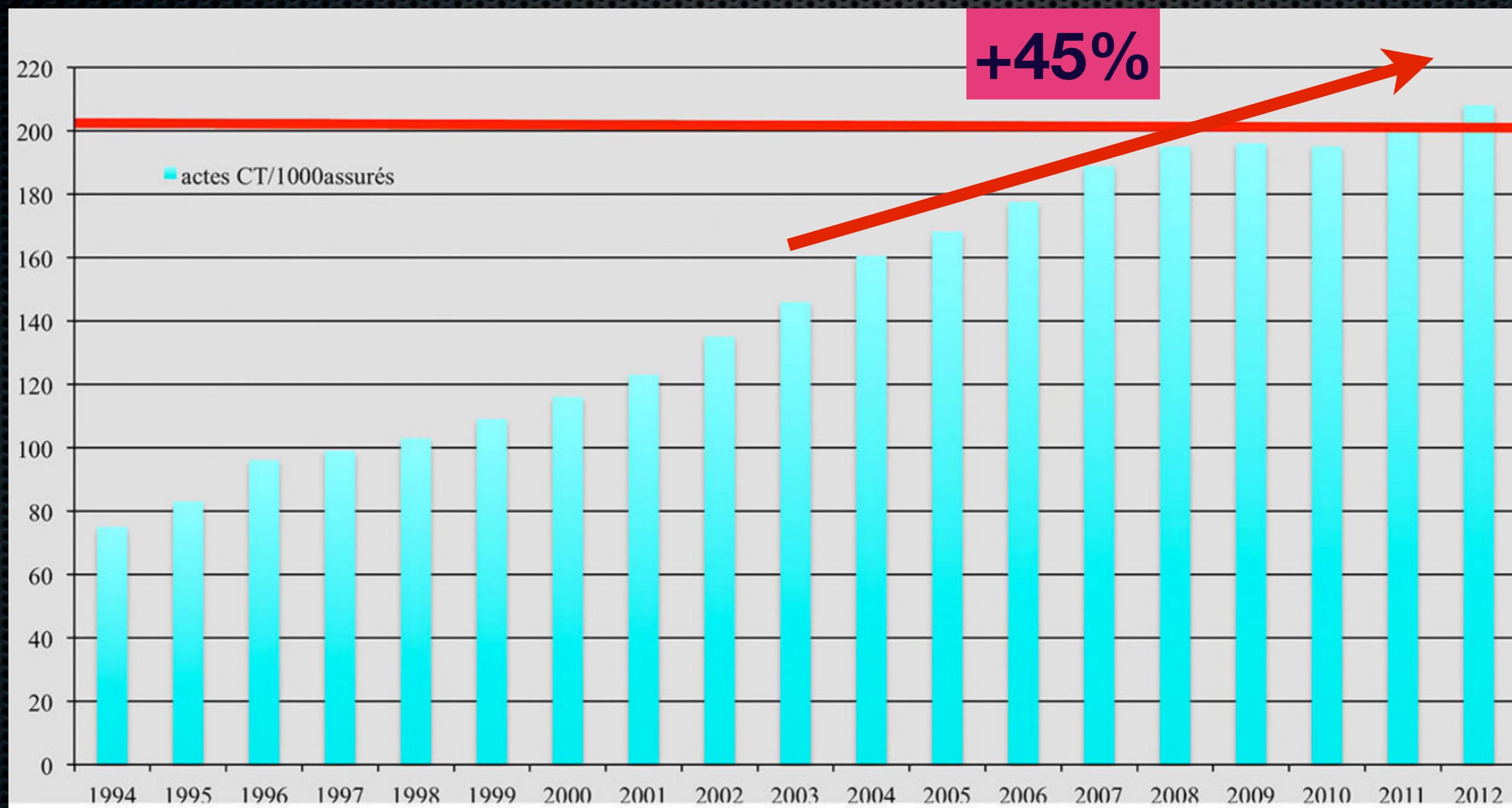


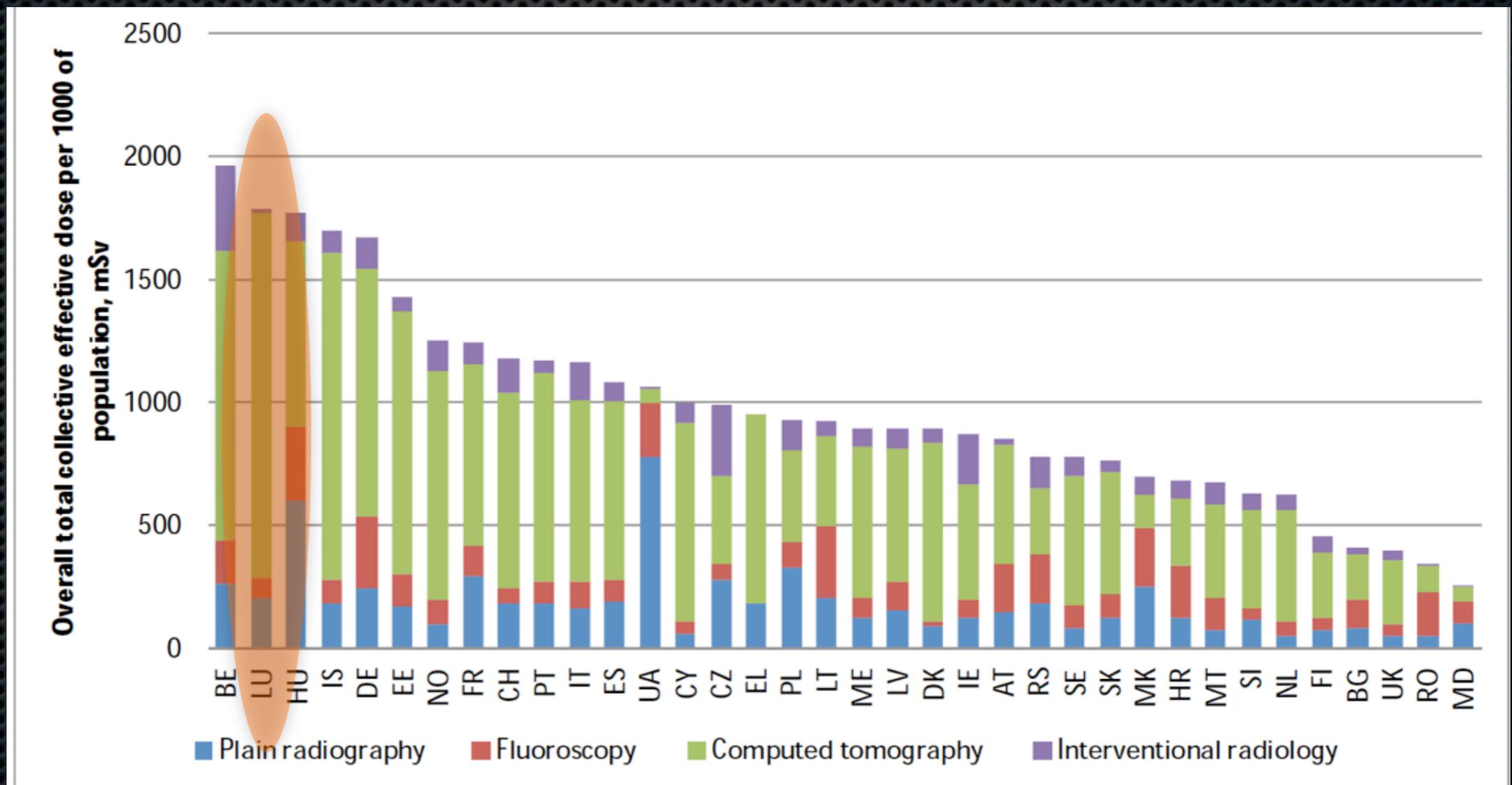
Fig. 5.8. The relative collective effective doses (% of the collective effective dose of all x-ray examinations), for the main groups of plain radiography, fluoroscopy, CT and IR.

Evolution nb actes CT

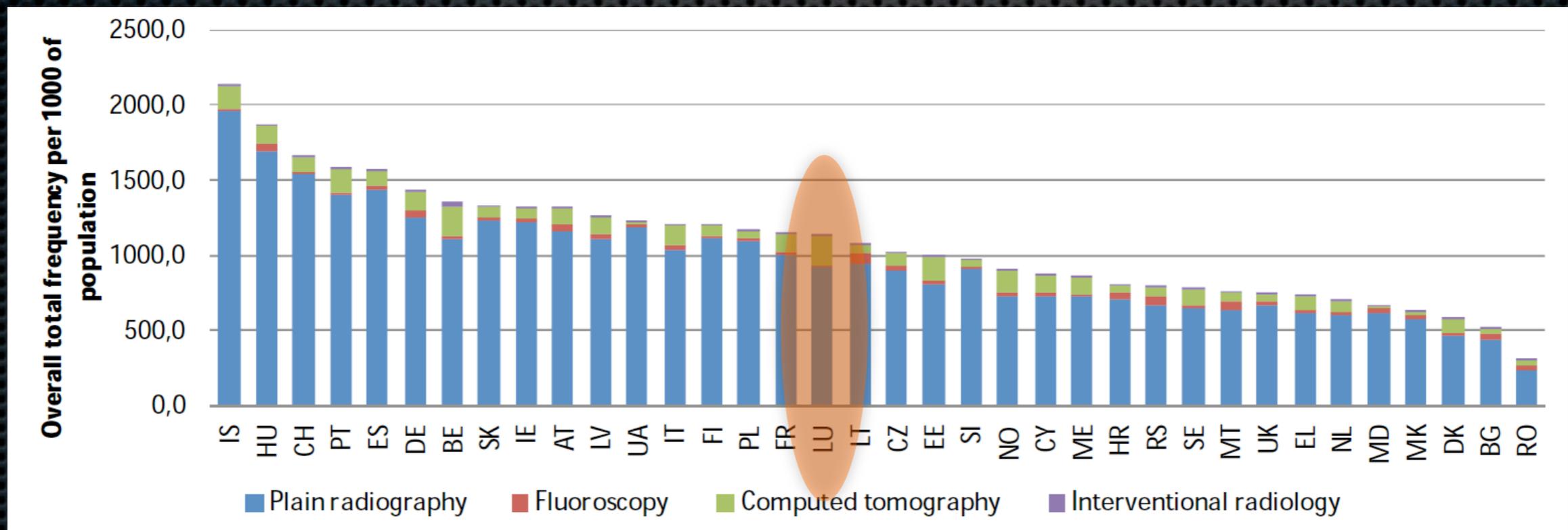


Contexte Général : résultats DATAMED 2 Dose à la population

✦ <http://ddmed.eu/>



Contexte Général : résultats DATAMED 2



Risque de cancer après CT?

- ✦ Estimation des risques radio-induits potentiels par extrapolation depuis les estimations à plus fortes doses : Hiroshima - Nagasaki...
- ✦ Incertitude des risques radio-induits aux niveaux d'exposition utilisés en imagerie diagnostique
 - ✦ leucémies / expositions diagnostiques in utero (Wakeford 2008, Linet 2009),
 - ✦ K du sein et fluoroscopie, radiographies (fortes doses cumulées) (Boice 1991, Doody 2000, Morin 2000)

Risque de cancer après CT?

- **Pearce et al, *Lancet* 2012 : relation dose-réponse risque de leucémie et tumeurs cérébrales vs exposition aux scanners (CT)**
 - »176 000 patients exposés entre 1985 et 2000 <22 ans, suivi moyen 7-10 ans
 - »risque leucémie x3 pour une dose RX à la moelle ≥ 30 mGy (5-10 CT crâne)
 - »risque tumeur intracérébrale x3 pour une dose au cerveau ≥ 50 mGy (2-3 CT crâne)
 - »risque absolu : 1/10 000 (suivi=10 ans après 1er CT 0-10 ans) **ERR 1 leucémie/10000 CT**
- **Mathews et al, *BMJ* 2013 : association incidence cancers et exposition CT**
 - »680 000 patients exposés entre 1985 et 2005 <20 ans, suivi moyen 9.5 ans (vs non exposés=assurés Medicare)
 - »risque global tous cancers x1.2
 - »associations + : cerveau, leucémies, thyroïde, organes digestifs, mélanome, tissus mous, organes génitaux féminins, lymphome d'Hodgkin, tumeurs lymphoïdes...

Risque de cancer après CT?

- ✦ Cohorte Enfants - Scanner (F) : 20000 enfants CT 2000-2011: premiers résultats cohérents avec Pearce

- ✦ Etude EPI-CT => 1er résultats ...

=> incitation forte de la tutelle à changer les pratiques



Réduction de dose ?

- ✦ Facteurs comportementaux
 - ✦ justification / substitution
 - ✦ longueur acquisition
 - ✦ nb de phases / acquisitions
 - ✦ adaptation au morphotype
 - ✦ positionnement à l'isocentre
- ✦ Facteurs physiques
 - ✦ constantes kV, mA
 - ✦ reconstruction



Tag - Marseille

Conséquences (1)

- ✦ Substitution CT / Examen clinique, Echo, IRM ?
Optimisation des protocoles CT ?
 - ✦ Amélioration filtration - détecteur - modulation de dose
 - ✦ Reconstructions itératives : ASIR et MBIR (Veo*)
- ✦ => **Bousculer les organisations**
 - ✦ => **Bousculer les habitudes**



DDN24/08/1971
Accession Number: KIRC01498089

Patient ID: 1413445

Exam Description: Scanner Abdomino-Pelvi

Dose DDN24/08/1971
02/04/2014
Discovery CT
10:27:52
SE:99

SAG VEO
02/04/2014
10:27:52
SE:302 IM:6

Dose Report

Series	Type	Scan Range (mm)	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy-cm)	Phi
1	Scout	-	-	-	-
2	Helical	I43.000-I410.500	1.40	60.62	Bo
Total Exam DLP:				60.62	A

1/1

I41

CORO VEO
02/04/2014
10:27:52
SE:301 IM:35

Dose Eff : 0,9 mSv

DDN24/08/1971

R
1
7
9

23.38
1.875mm

I418

L
1
9
8

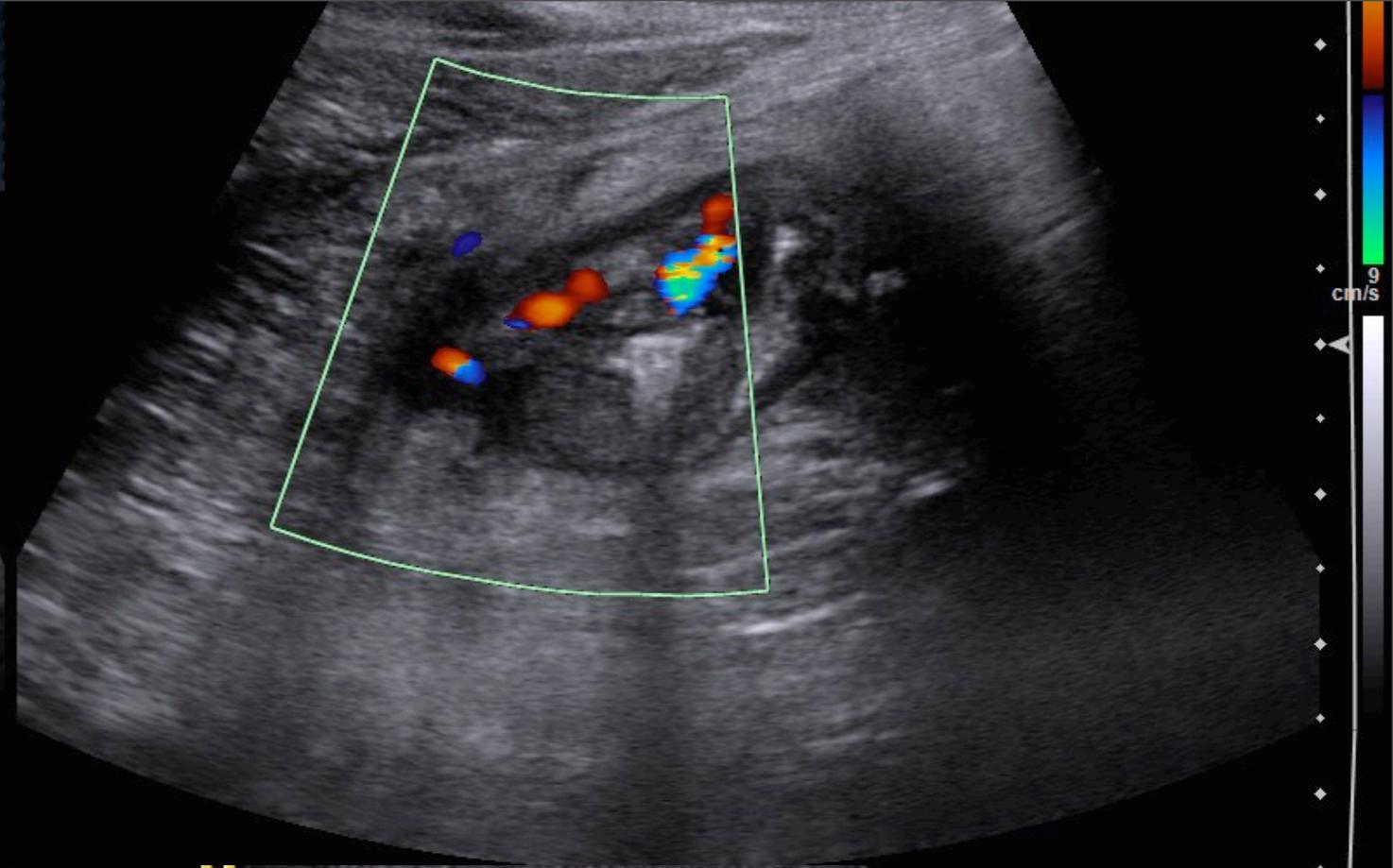
R
1
6
7

L
1
0
2

P
2
2
4

SE:300 IM:75

Substitution



Dose Eff : 0 mSv !

DDN23/12/1997

A155

AX VEO

14/11/2013

10:24:41

SE:302 IM:71

Appendicite aiguë

Dose Eff : 0,70 mSv



Patient Name: Ramalho Goncalves Michael
 Accession Number: KIRC01436071

Patient ID: 3027368

Exam Description: Scanner Abdominal

Exam no: 6842
 Dose Report
 14 Nov 2013
 14/11/2013
 Discovery CT750 HD
 10:20:32
 SE:999 IM:1

Dose Report

Series	Type	Scan Range (mm)	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy-cm)	Phantom cm
1	Scout	-	-	-	-
2	Helical	125.750-1435.750	0.99	47.10	Body 32
Total Exam DLP:				47.10	

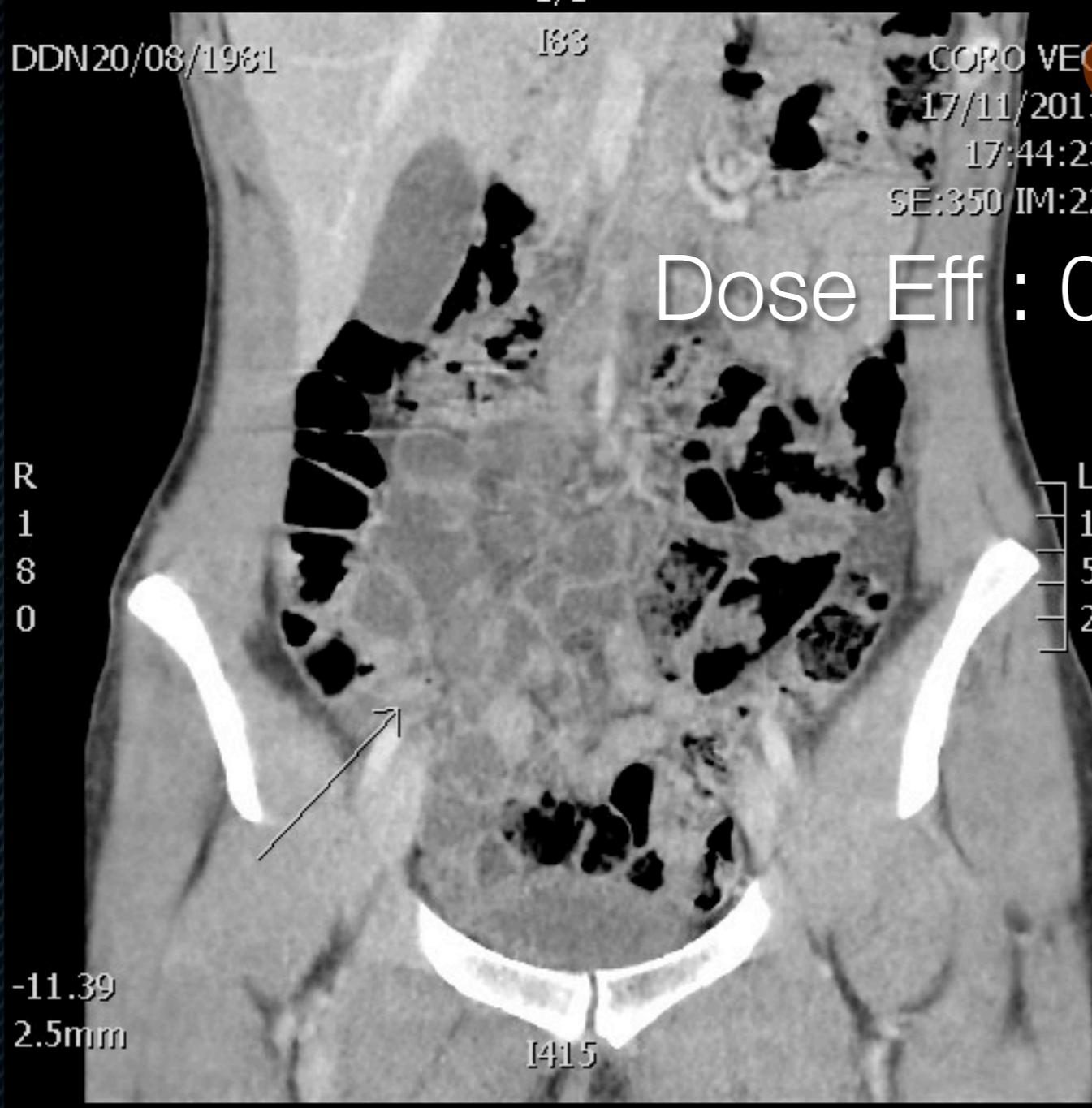
DDN20/08/1981
Accession Number: KIRC01437392

Patient ID: 2052363

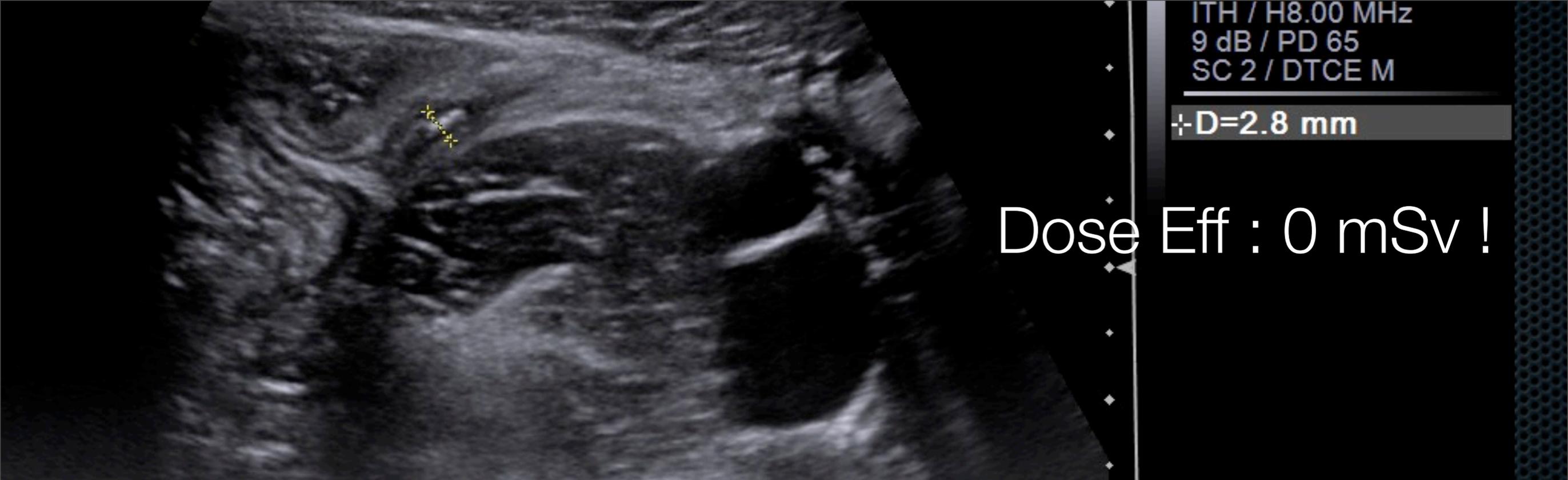
Exam Description: Scanner Abdomino-Pelvi

Dose Report
17 Nov 2013
17/11/2013
Discovery CT750 HI
17:39:28
SE:999 IM:1

Dose Report					
Series	Type	Scan Range (mm)	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy-cm)	Phantom cm
1	Scout	-	-	-	-
2	Helical	S0.000-I411.250	0.99	47.23	Body 32
Total Exam DLP:				47.23	



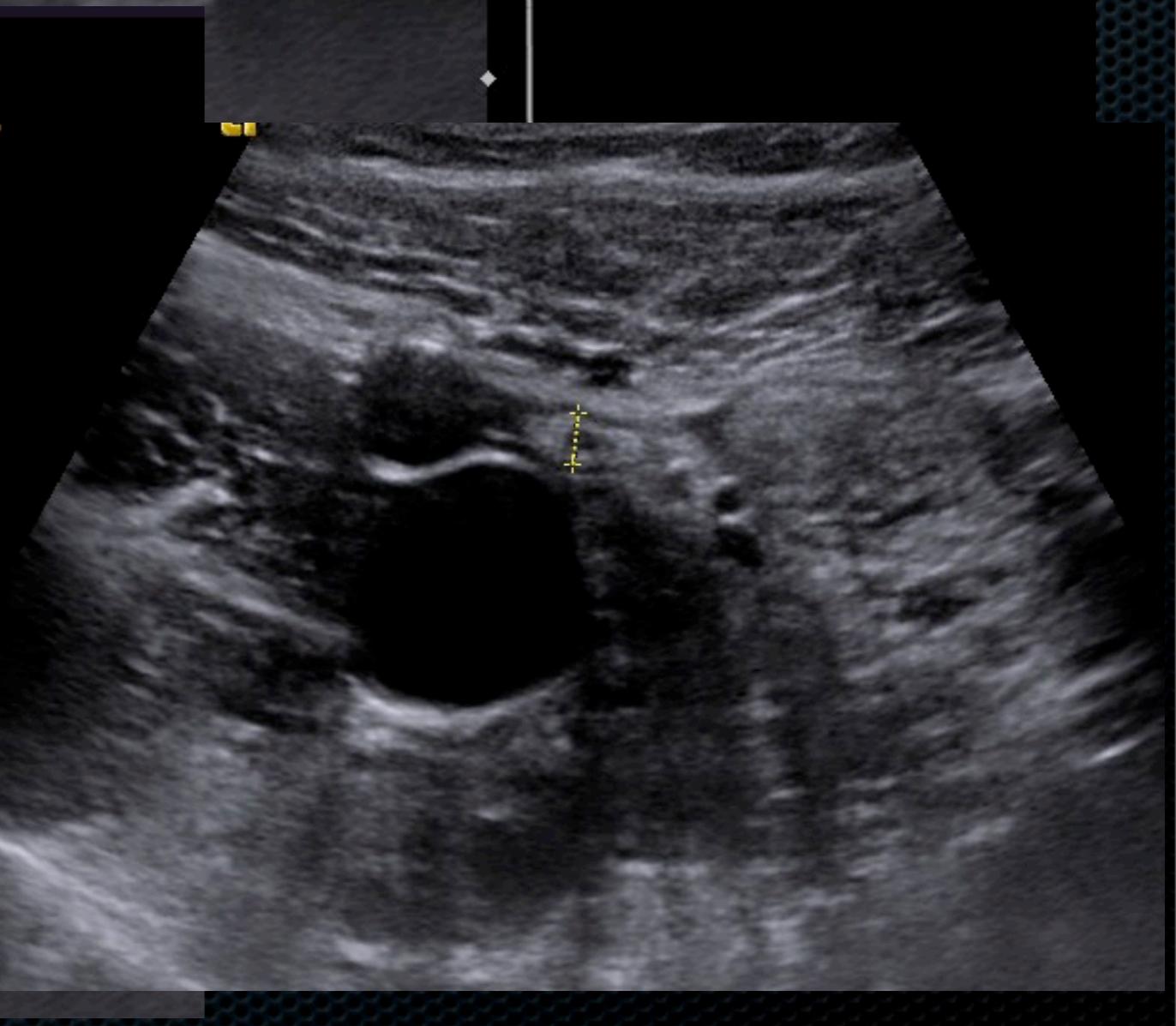
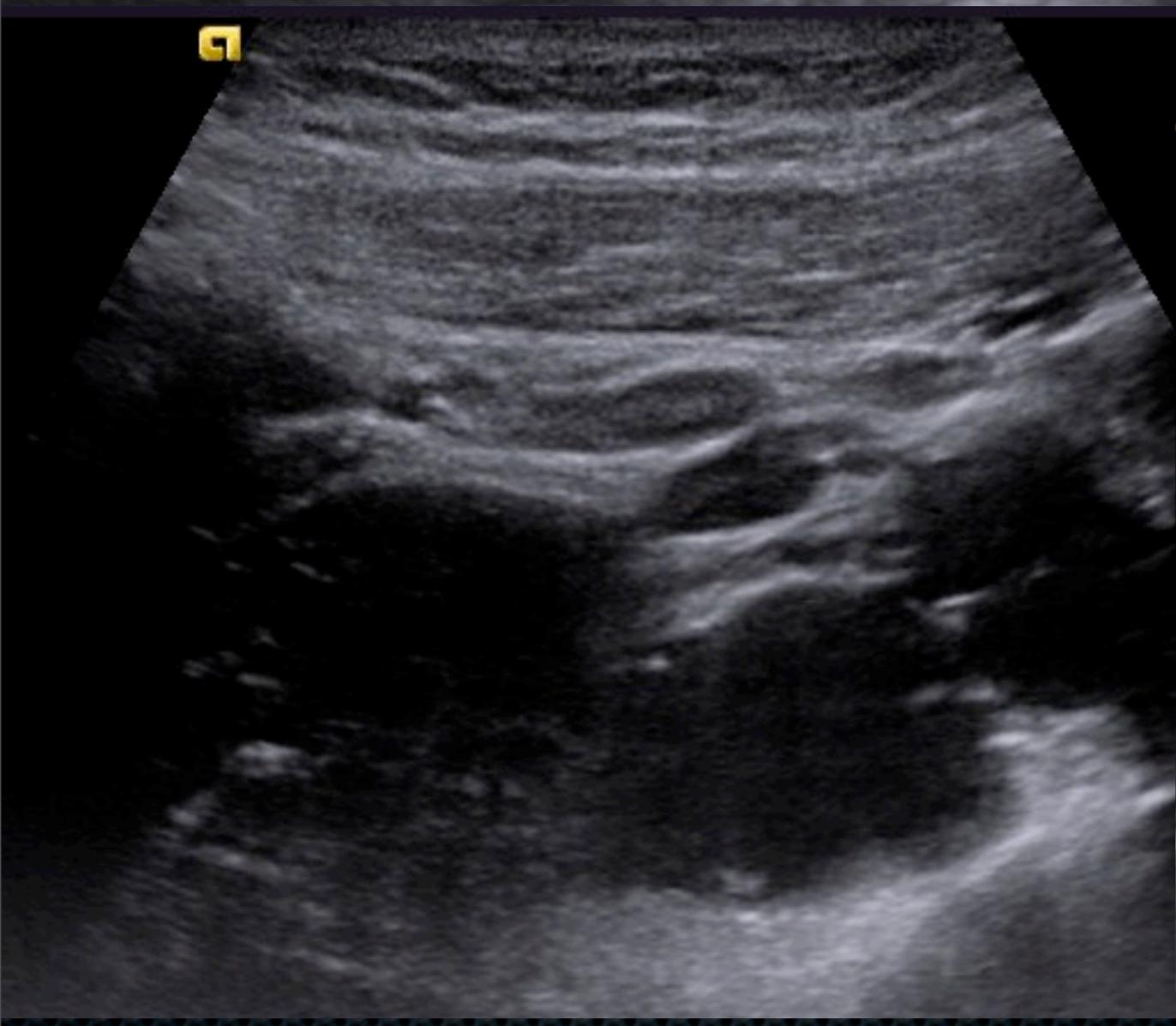
Dose Eff : 0,7 mSv



ITH / H8.00 MHz
9 dB / PD 65
SC 2 / DTCE M

±D=2.8 mm

Dose Eff : 0 mSv !



Conséquences (2)

- ✦ remplacer les appareils CT
- ✦ substitution (timide) IRM à parc constant
- ✦ Audit des prescriptions (2017)
- ✦ rôle du médecin radiologue -
 - ✦ fin de la co-responsabilité ?



Tag - Marseille

Optimisation au CT- Moyens

- ✦ Constantes d'acquisition : kV, mA, pitch
- ✦ Longueur d'acquisition
- ✦ Nb de passages / imagerie spectrale
- ✦ Examens antérieurs
- ✦ Reconstruction : filtre, épaisseur de coupe
- ✦ Produit de Contraste -> cf reins, thyroïde, tolérance, croyances

La surchauffe : Hématurie

- ✦ CT 4 phases - injection monophasique du contraste
- ✦ CT 3 phases : sans coupes à blanc ? avec phase tubulo-excrétrice ? - injection split biphasique
- ✦ CT 2 phases - à blanc /glomérulaire puis tubulo-excrétrice - injection split triphasique
- ✦ CT monophasie tardive avec injection split triphasique

<https://radiopaedia.org/articles/split-bolus-technique>

La surchauffe : Hématurie

- ✦ Bonus :
 - ✦ longueur d'acquisition
 - ✦ ASIR ou VEO ?
 - ✦ imagerie spectrale + ASIR ?
 - ✦ ATCD insuffisance rénale , intolérance au PIC, diabète
 - ✦ rupture de la veine en cours d'injection...

Patient ID: 2071169

07:44:35

Exam Description: Scanner Abdomino-Pelvi

Discovery CT750 HD

07:44:35

SE:999 IM:1

Dose Report

Series	Type	Scan Range (mm)	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy-cm)	Phantom cm
1	Scout	-	-	-	-
2	Helical	192.000-1432.000	1.31	53.10	Body 32
4	Helical	140.500-1445.500	1.97	92.30	Body 32
Total Exam DLP:				145.40	

2 phases - VEO - injection triphasique acq 8'



Optimisation en Rx

- ✦ refuser certains examens - recommandations de bonnes pratiques (<http://www.gbu.org>)
- ✦ substitution autoritaire : CT ultra-low dose
- ✦ limiter les clichés
- ✦ scopie indispensable ?

CT Low dose et Ultra-LD

<http://lamediatheque.radiologie.fr/mediatheque/media.aspx?mediald=18129&channel=3277>

LD < 50% des NRD

- Recommandation GPMED : 25^{ème} percentile

	CTDIvol (mGy)			CHU Nîmes
	NRD	50% NRD	25 ^{ème} percentile*	
Encéphale	65	32,5	40	36,3
Thorax	15	7,5	7	2,5
TAP	20	10	10	6,6
AP	17	8,5	10	5,1
Rachis Lombaire	45	22,5	25	16,5

IRSN

ULD ≈ NRD d'un examen radiographique équivalent

	ePDS	PDS (mGy.cm)		E	ePDL	PDL (mGy.cm)
	(mSv.mGy ⁻² .mSv ⁻¹) *	Face	Profil	(mSv)	(mSv.mGy ⁻¹ .mSv ⁻¹) **	
Thorax	0,18 x 10 ⁻³	250	1000	0,225	0,014	16
ASP	0,26 x 10 ⁻³	7000	-	1,820	0,015	121
Lombaire	0,21 x 10 ⁻³	4500	8000	2,625	0,015	175
Bassin	0,29 x 10 ⁻³	7000	-	2,030	0,015	135
Hanche	0,15 x 10 ⁻³	3000	3000	0,900	0,015	60

Patient ID: 2096661

22/10/2013
LightSpeed16
16:20:11

Exam Description: Scanner des Sinus de I

SE:999 IM:1

Dose Report

Series	Type	Scan Range (mm)	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy-cm)	Phantom cm
1	Scout	-	-	-	-
2	Helical	I64.750-S51.650	4.17	60.31	Head 16
Total Exam DLP:				60.31	

1/1

DDN22/08/1977

A93

AXIALES

22/10/2013

16:21:01

SE:202 IM:11



A
8
9



1mm

DDN22/08/1977

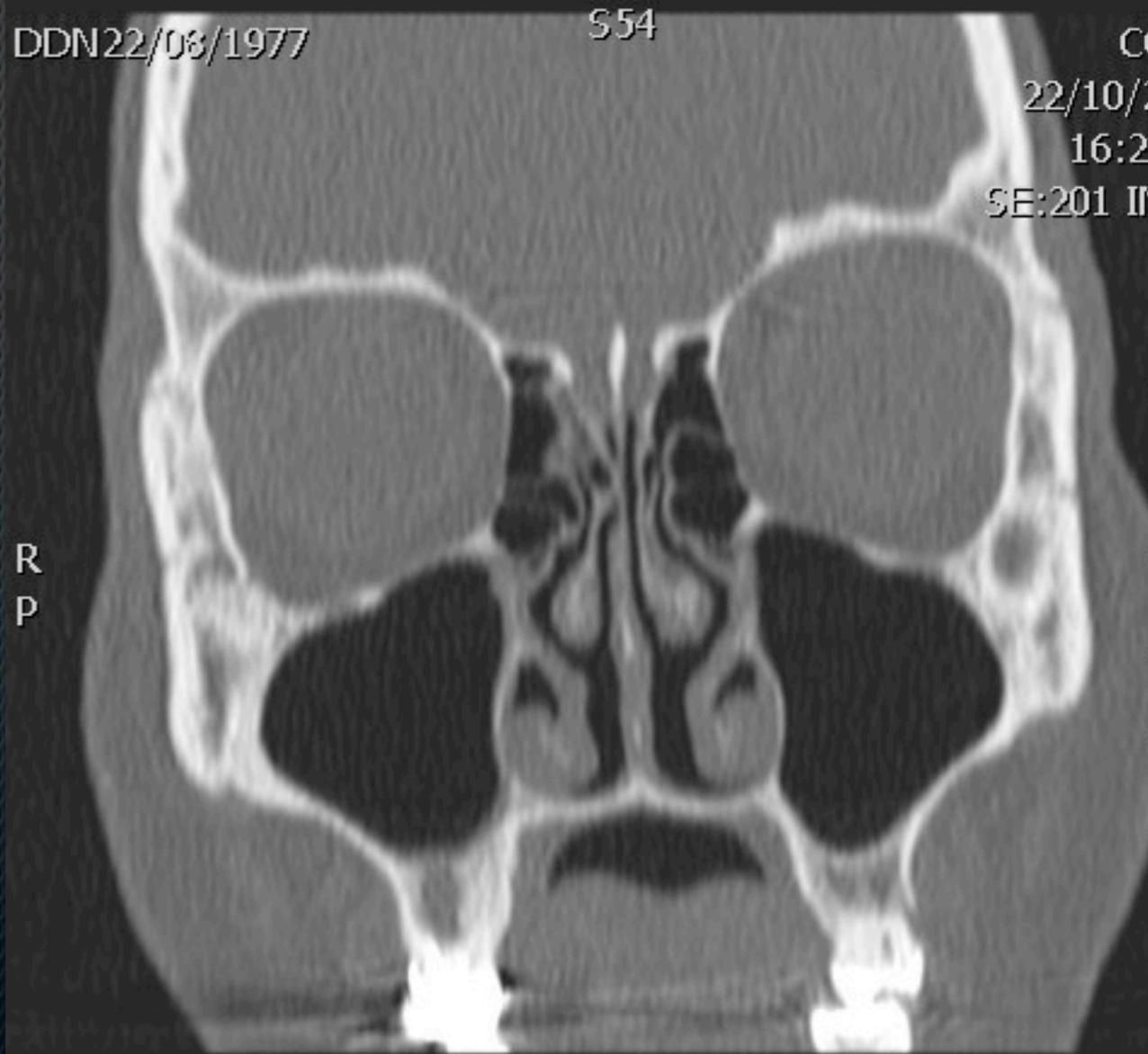
S54

CC

22/10/2

16:21

SE:201 IM



R
P

1mm

P13

Patient ID: 2096661

Exam Description: Scanner des Sinus de l

Discovery CT750 HD

10/04/2014

14:41:47

SE:999 IM:1

Dose Report

Series	Type	Scan Range (mm)	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy-cm)	Phantom cm
1	Scout	-	-	-	-
2	Helical	146.250-556.875	1.16	14.47	Head 16
Total Exam DLP:				14.47	

DDN22/08/1977

Image filtrée :Réhaussement 3 - AX VEO

10/04/2014 -20.65

14:44:47 n 303mm

SE:352 IM:2

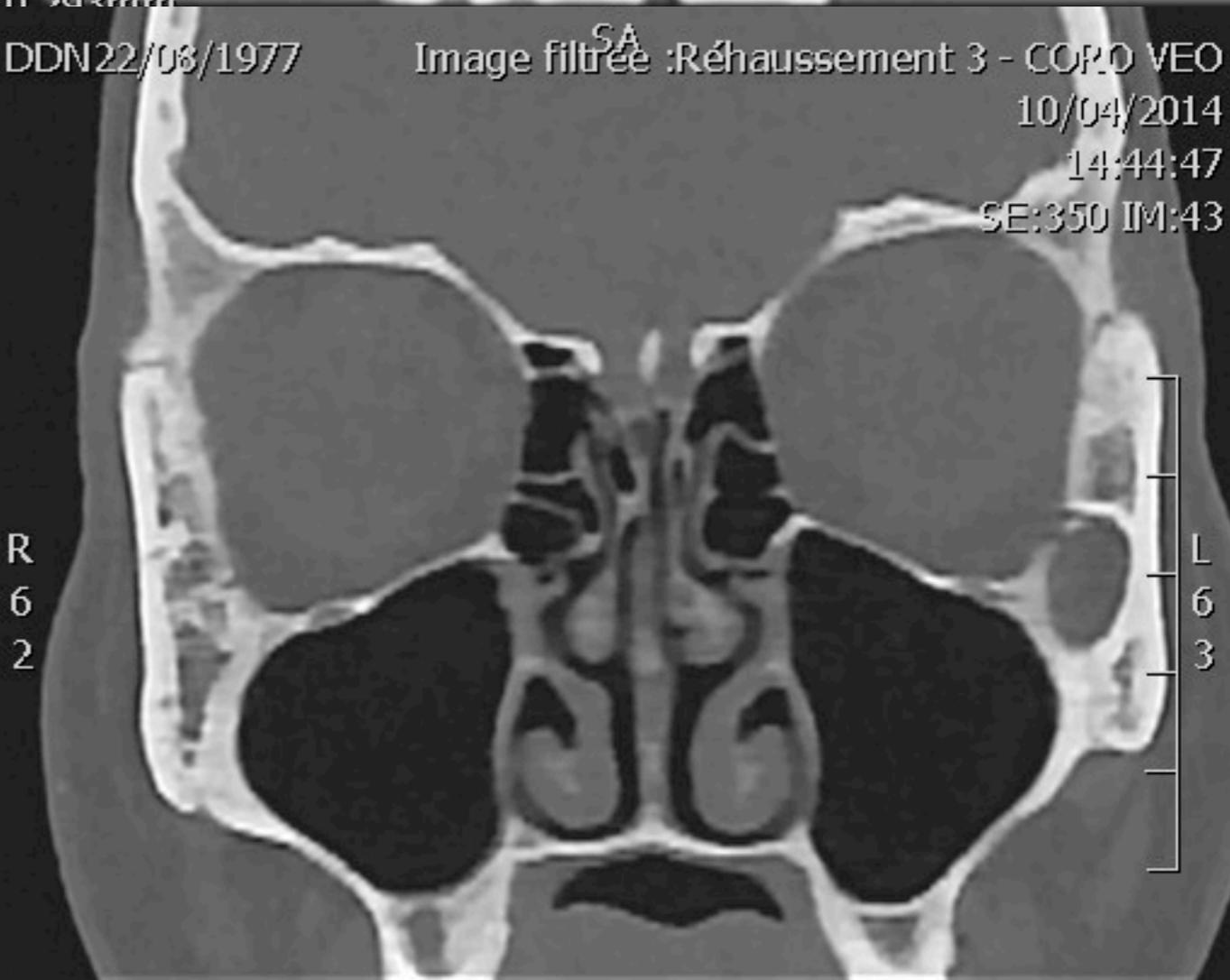
DDN22/08/1977

Image filtrée :Réhaussement 3 - COPO VEO

10/04/2014

14:44:47

SE:350 IM:43



Dose Eff : 0,03 mSv

Patient Name: LADE - Nawratil Irene

DDN23/02/1967

Accession Number: KIRC01472191

Patient ID: 1360530

Exam Description: Scanner des Sinus de I

Exam no: 10

Dose Rep

06 Mar 2

06/03/2

Discovery CT750

14:22

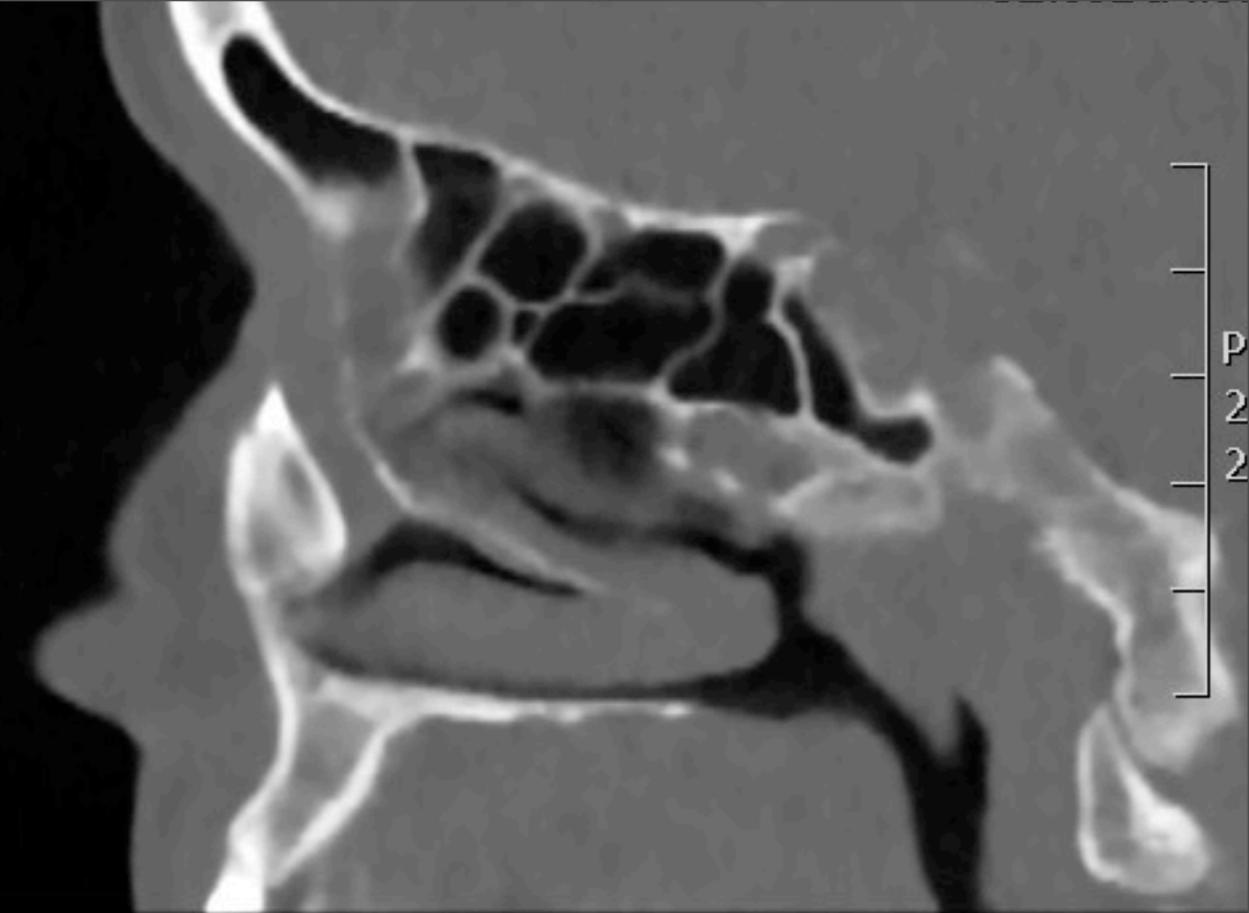
SE:999 II

Dose Report

Series	Type	Scan Range (mm)	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy-cm)	Phanto cm
1	Scout	-	-	-	-
2	Helical	140.250-559.125	0.58	7.00	Head 1

Total Exam DLP: 7.00

1/1



DDN23/02/1967

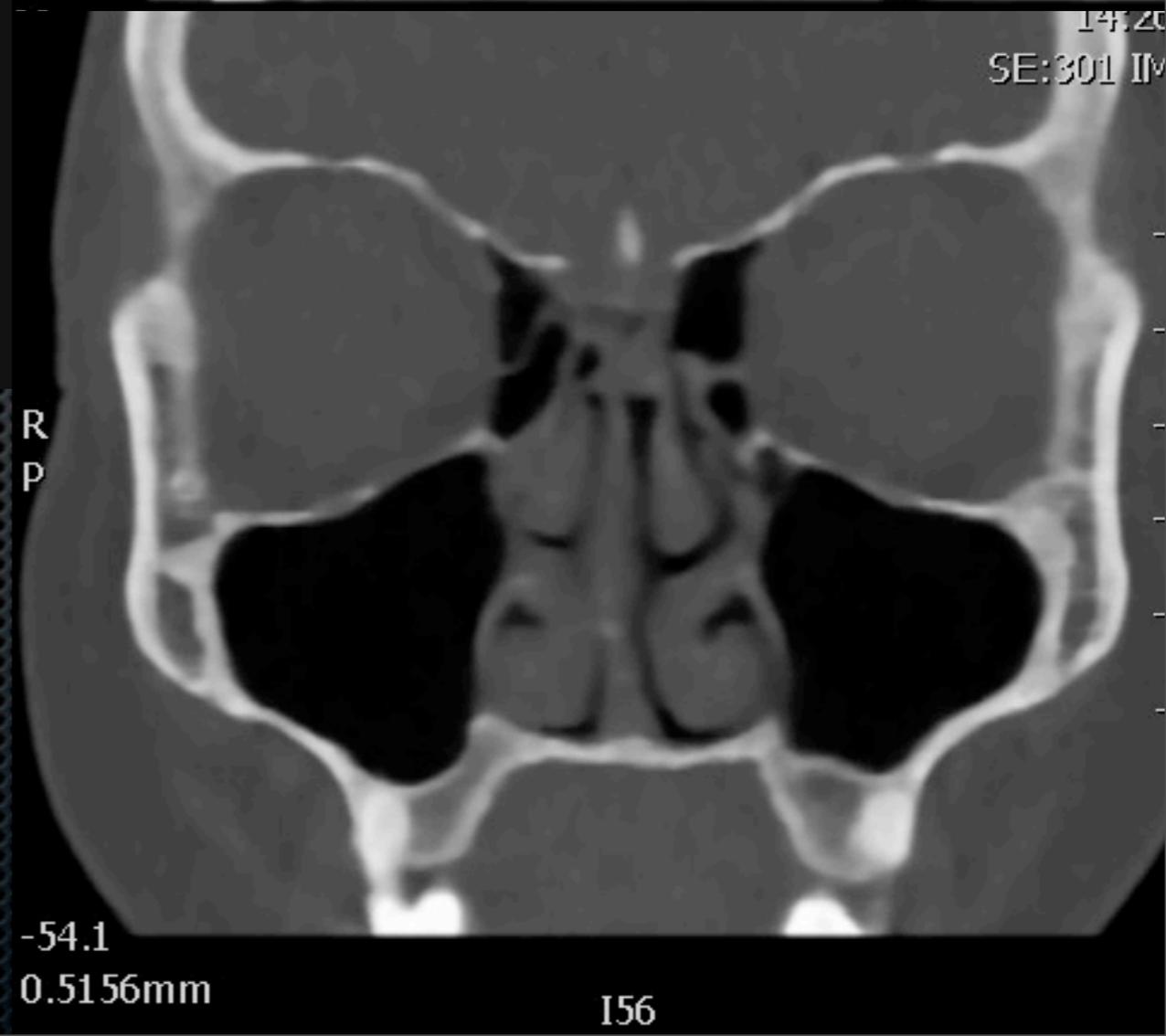
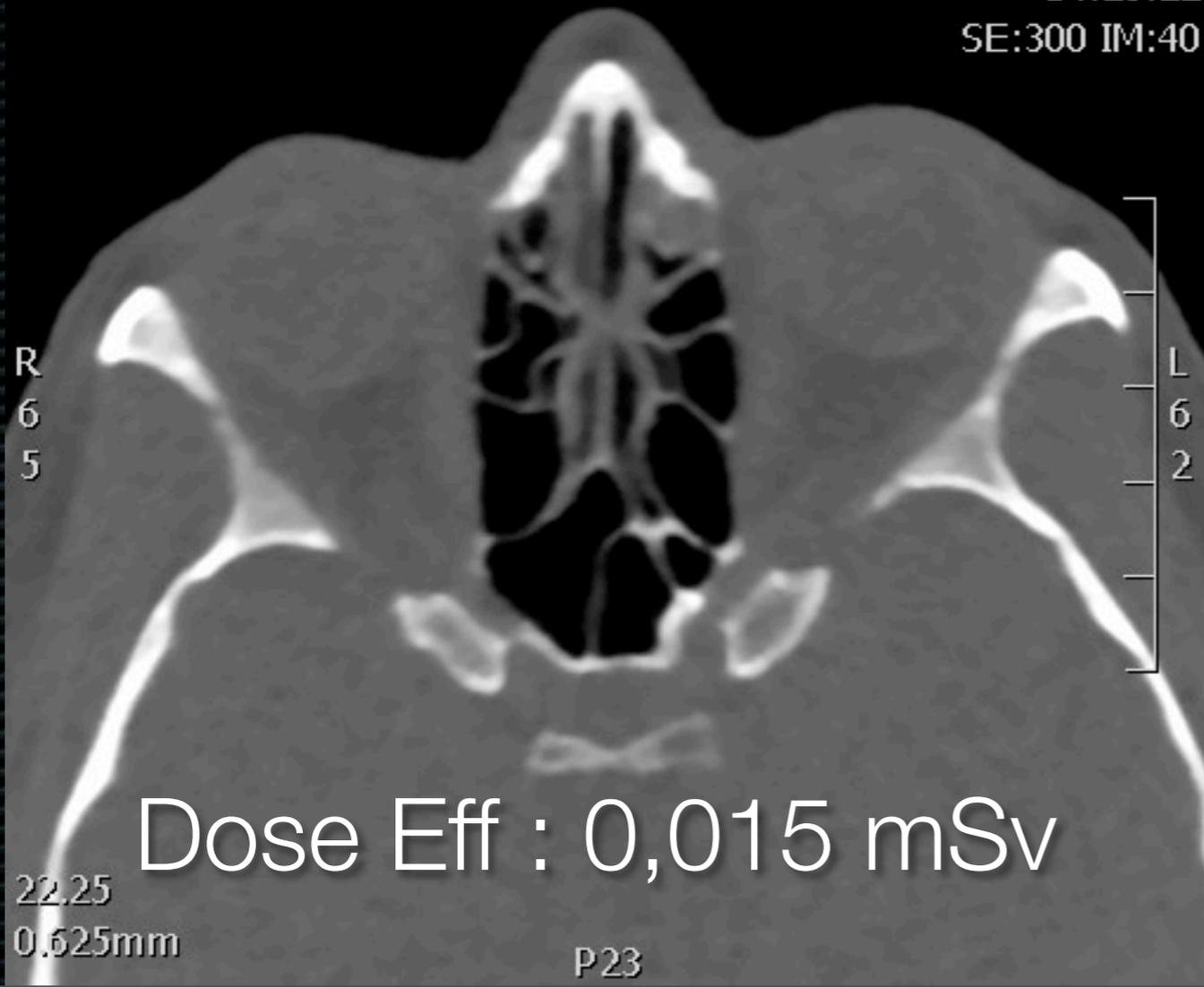
A105

AXIALES SINUS

06/03/2014

14:26:22

SE:300 IM:40

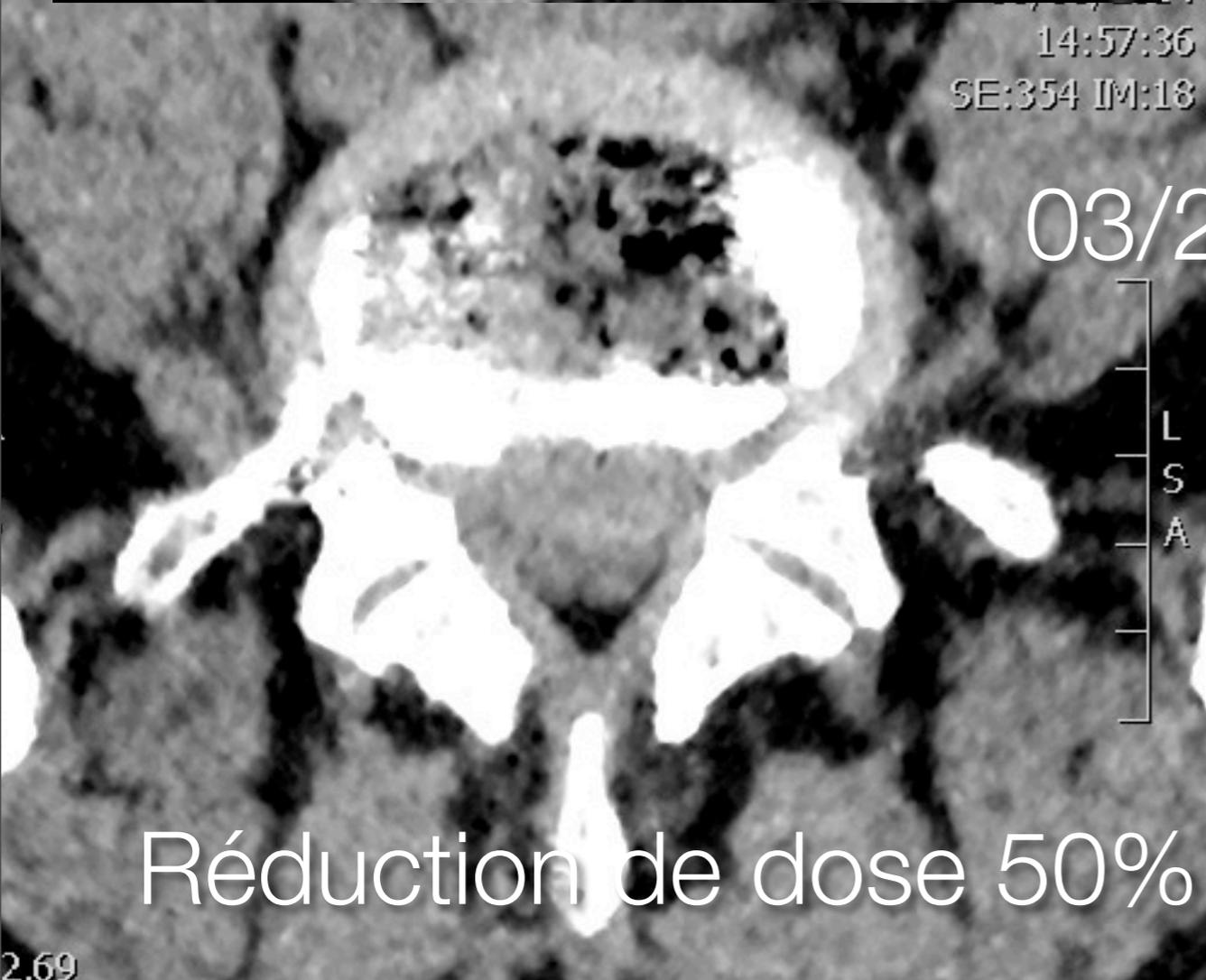


Limites physiques

- ✦ organisation : substitution immédiatement / facilement applicable ?
- ✦ capacité à adapter simultanément n paramètres
- ✦ durée de reconstruction (MBIR - Veo)
- ✦ fiabilité du calculateur
- ✦ confiance de l'ATM
- ✦ choix de la technique utilisée
- ✦ répétition de 7h30 -> 19h / gardes

Limites psychologiques

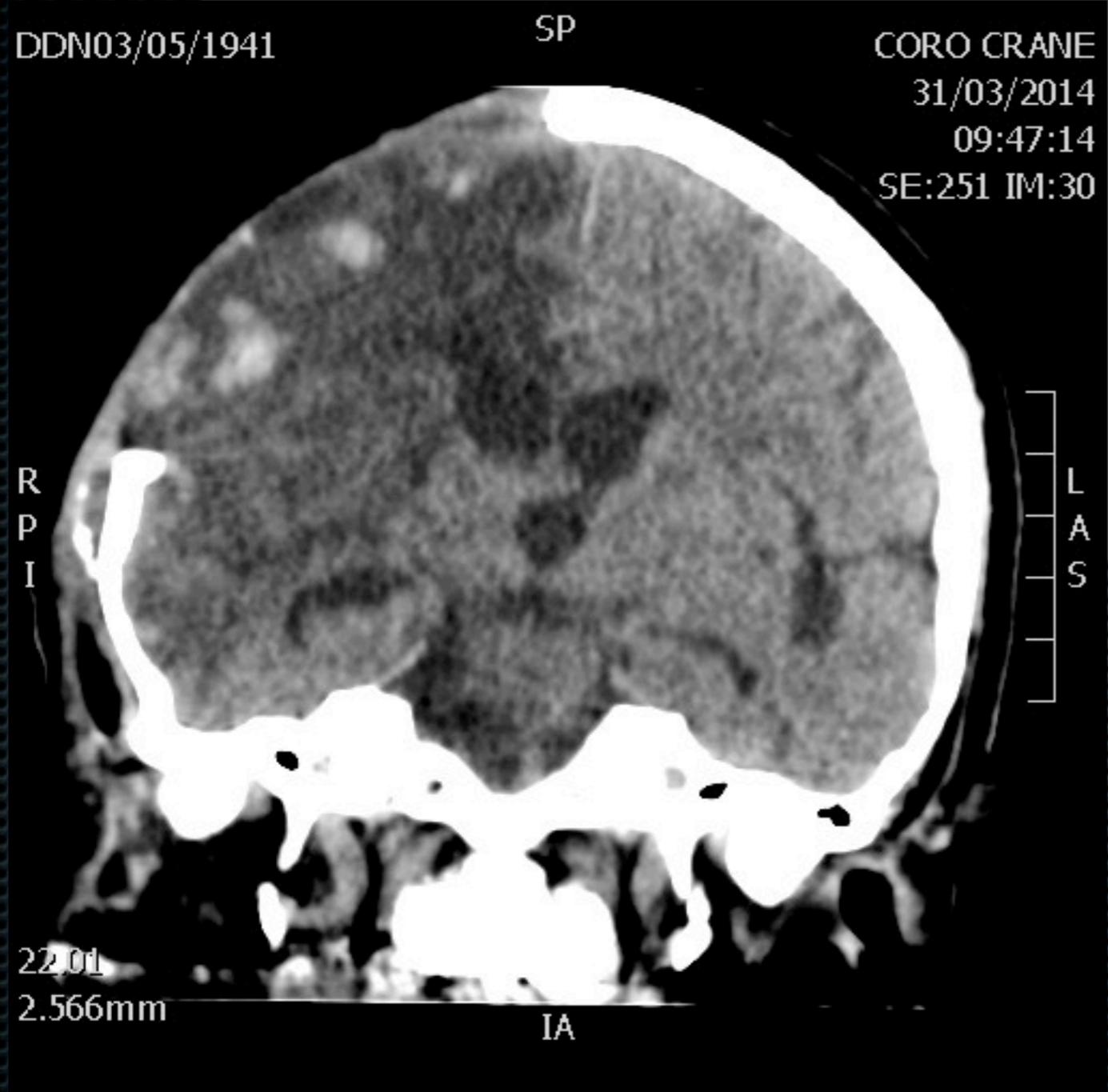
- ✦ prise en compte de l'enjeu dosimétrique ? influence du demandeur, du patient
 - ✦ rapport bénéfice / risque
- ✦ changement de pratique - réflexion préalable à l'examen, prise en compte du passé radiologique, alternatives ? => **ANTICIPER**
- ✦ changement de l'image ? => **S'ADAPTER**
- ✦ changement d'image du producteur ? adhésion de l'équipe



Dose Report

Series	Type	Scan Range (mm)	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy-cm)	Phantom cm
1	Scout	-	-	-	-
2	Helical	I23.500-S123.375	33.47	562.50	Head 16
Total Exam DLP:				562.50	

Dose Eff : 1,18 mSv



Dose Report

Series	Type	Scan Range (mm)	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy-cm)	Phantom cm
1	Scout	-	-	-	-
2	Helical	I14.500-S146.750	13.13	239.53	Head 16
Total Exam DLP:				239.53	

Dose Eff : 0,5 mSv

DDN03/05/1941

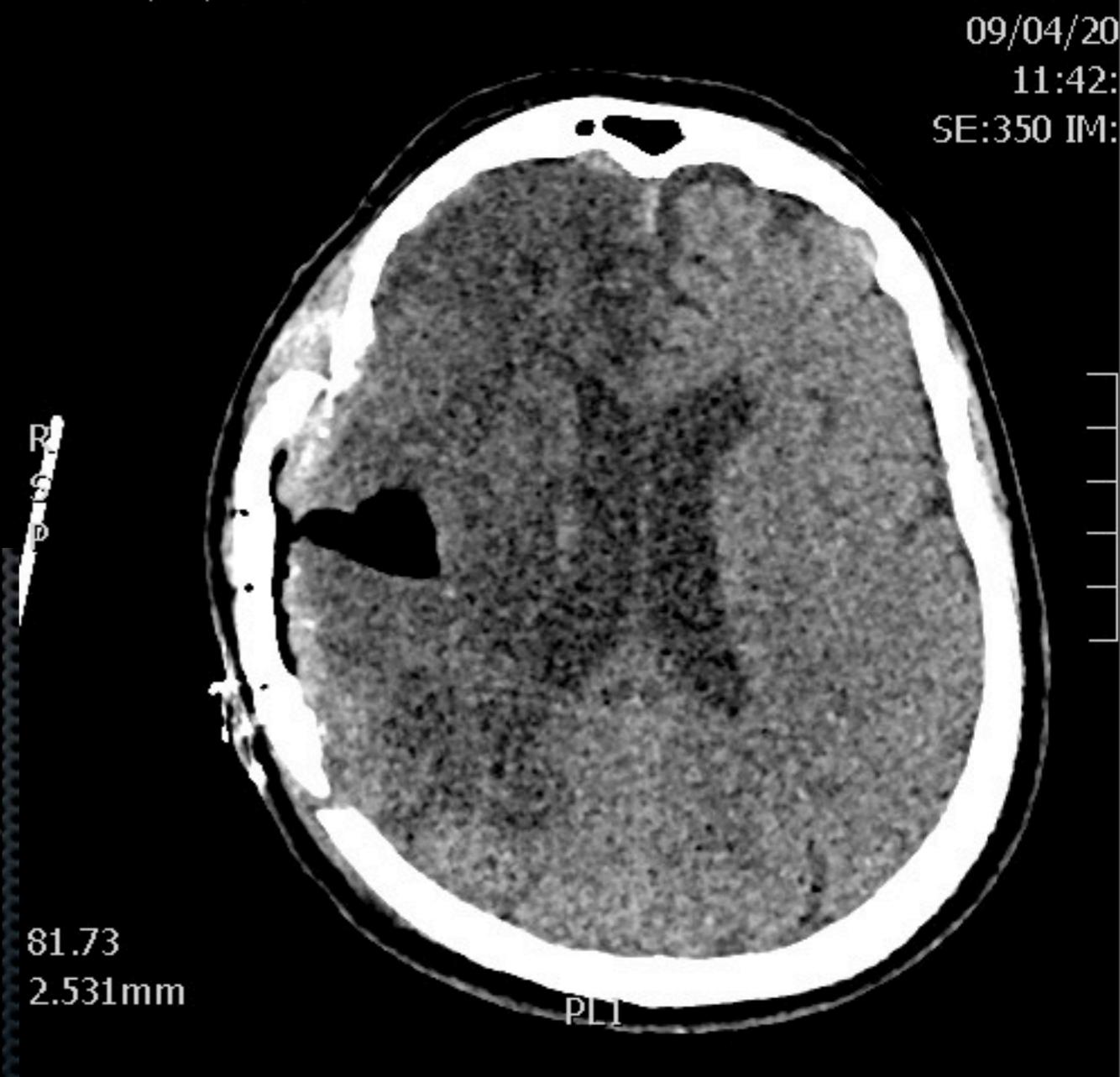
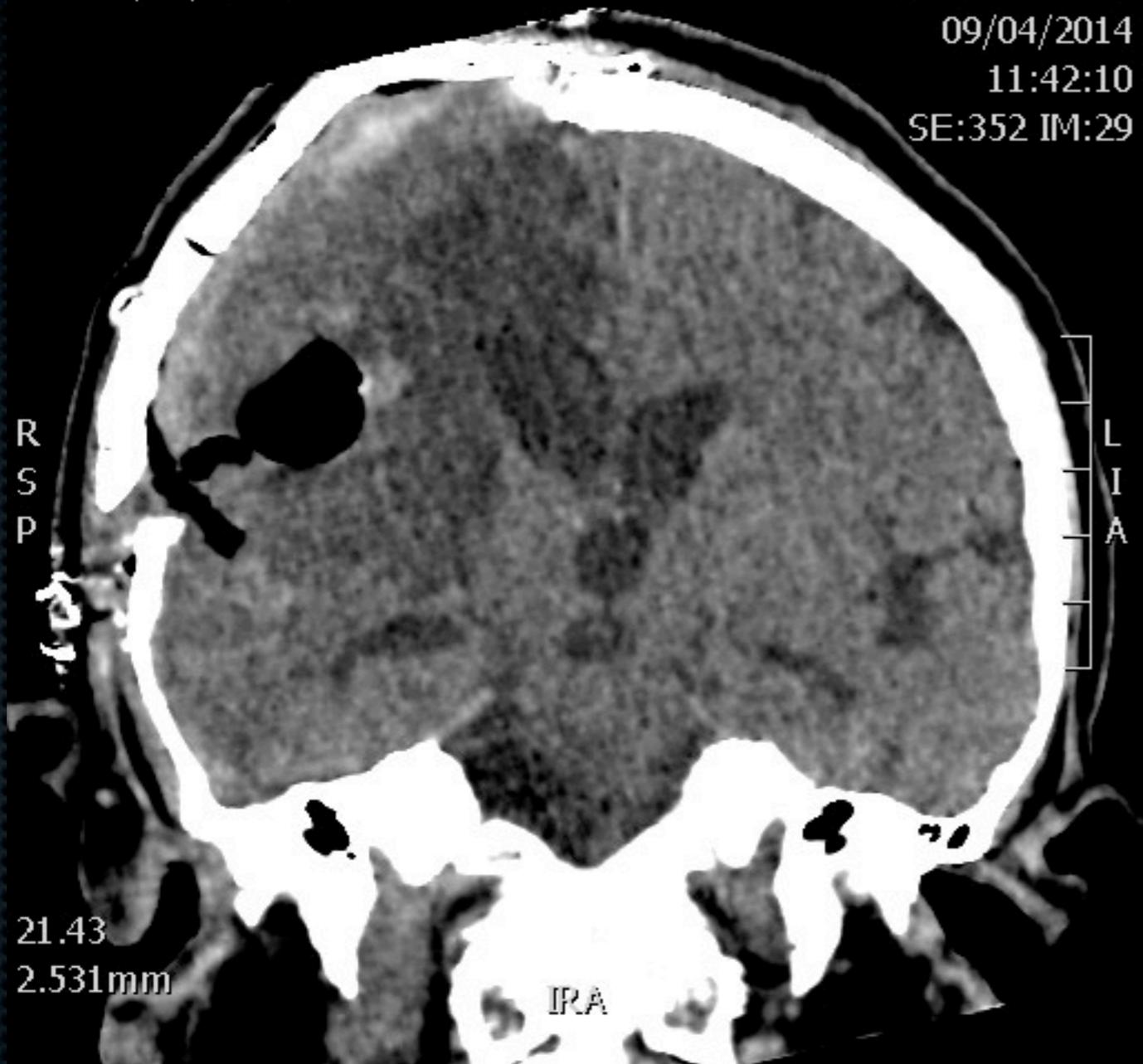
SLP

FRONTAL VEO
09/04/2014
11:42:10
SE:352 IM:29

DDN03/05/1941

ARS

AXIAL VE
09/04/20
11:42:
SE:350 IM:



Traitement de surface ?

- ✦ Communication euphorique
- ✦ Course à la dose
- ✦ Changement brutal / expertise extérieure



Imagerie médicale :
La juste dose d'exposition

www.hopitauxschuman.lu

RS HÔPITAUX
ROBERT
SCHUMAN

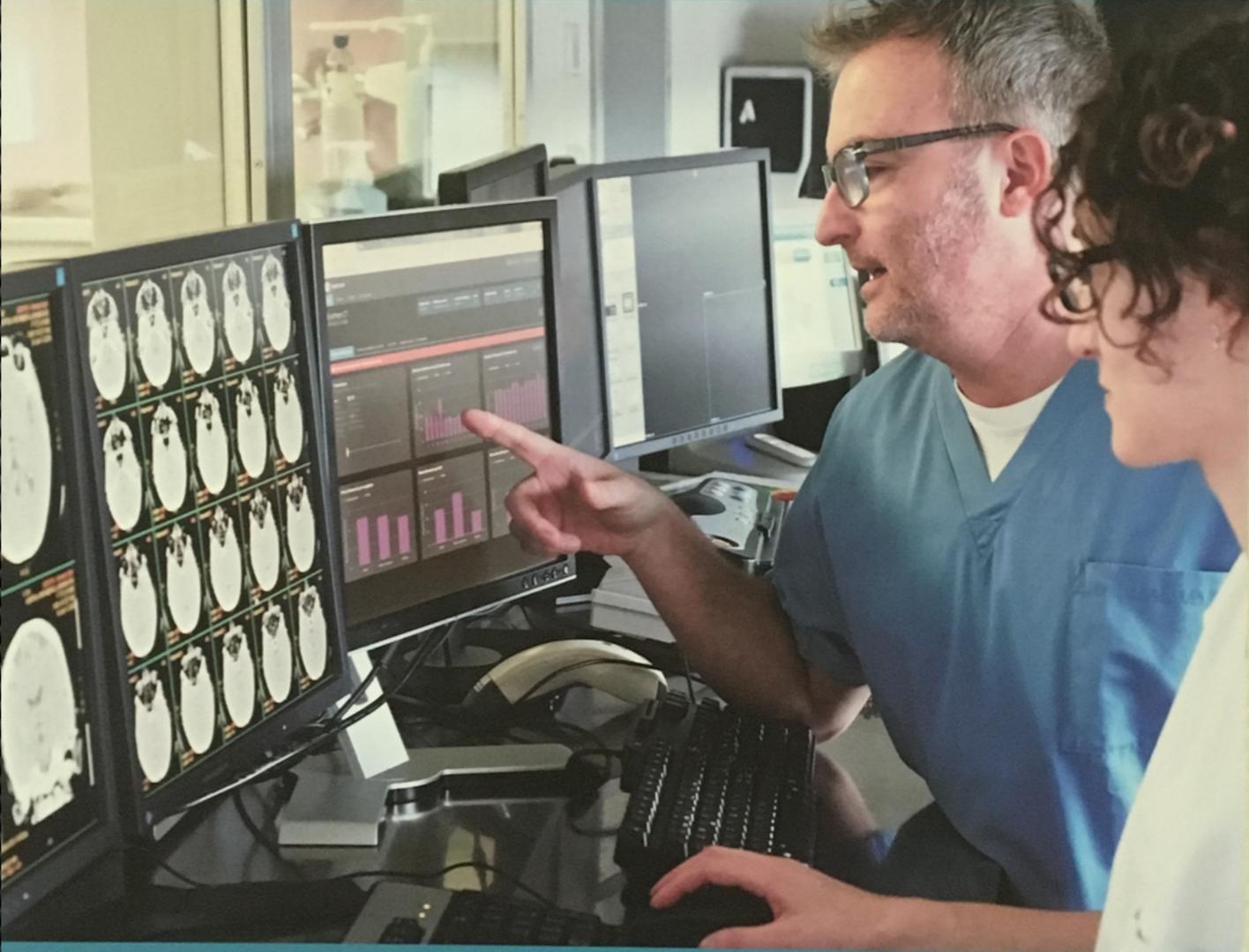
Traitement de fond ?

- ✦ Démarche qualité
- ✦ Evaluation qualité de l'image, défauts diagnostics
- ✦ Prise en compte des contraintes pour l'équipe, le demandeur, le patient

R **S** **Imagerie médicale :
La juste dose d'exposition**

www.hopitauxschuman.lu **HÔPITAUX
ROBERT
SCHUMAN**

Dans cet établissement, notre objectif est de vous fournir des soins de haute qualité avec les technologies les plus avancées pour améliorer votre santé. Notre engagement en matière de gestion de la dose d'exposition vous garantit une qualité de soins optimale.



**Merci d'avoir choisi les Hôpitaux Robert Schuman
pour votre examen d'imagerie.**

Dosewatch*



• ???



Mise en place de Dosewatch* - 1er contact

- «Nous vous rendons attentifs au fait le protocole scanner cérébral Dr AC est celui qui délivre le plus de dose parmi les 3 protocoles disponibles, dépassant systématiquement le NRD»

HUMAN SIDE OF DATA

From a broken base, cancer detection, heart disease, and kidney stones, medical imaging turns patients into survivors. Diagnostic imaging tests (DIT), like X-rays and CT scans, have increased exposure from medical imaging by almost 6x as compared to 35 years ago*. That's why it's important that the more than 72 million DIT performed each year are measured and monitored using an accurate dose management program.

ONE SIZE DOES NOT FIT ALL

With traditional dose management, radiation level is often not determined on a per-patient basis. These tests deliver the same radiation levels to many patients, regardless of who they are.

IMAGE QUALITY DOSE LEVEL

DELIVERING THE RIGHT DOSE

Inferring custom dose management allows diagnostic imaging professionals to make dose decisions based on any patient.

PATIENT 1: F | 32yrs | 130lbs | 5'4"

PATIENT 2: M | 55yrs | 250lbs | 6'2"

PATIENT 3: F | 1yr | 30lbs | 2'1"

GE DOSEWATCH

A better informed dosage to patients by providing caregivers with a clearer picture of radiation levels, based on accurate measurement and monitoring - to help reduce radiation dose whenever possible.

HISTORY: AUG

DETAILS: CT HEAD, TE 330.0, CT 150, W 785/04

TRACKING: CT HEAD, TE 330.0, CT 150, W 785/04

ALERTS: [Warning icon]

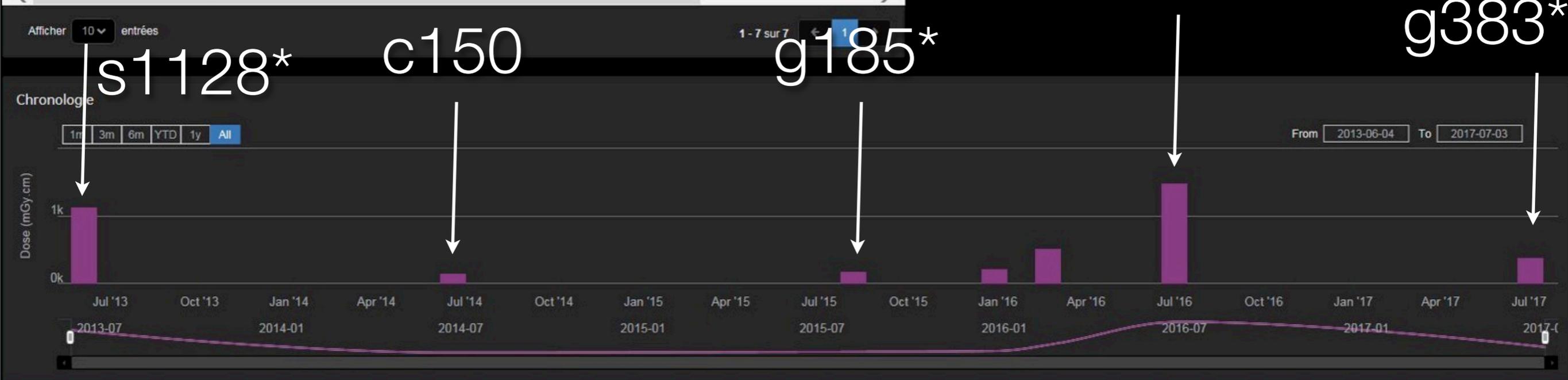
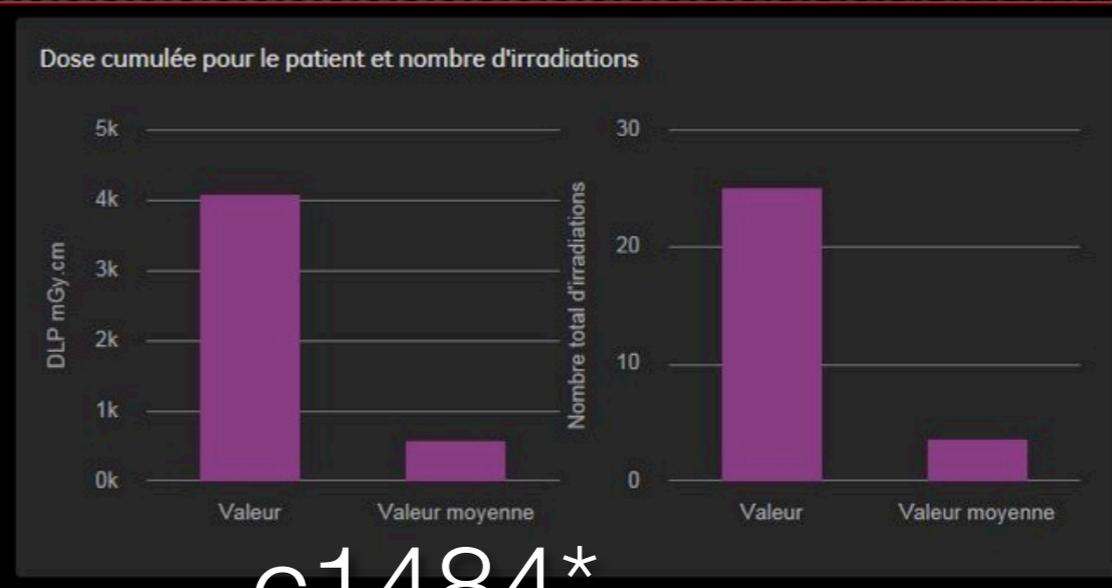
#DOSEWATCH

Dosewatch* : application pratique ?

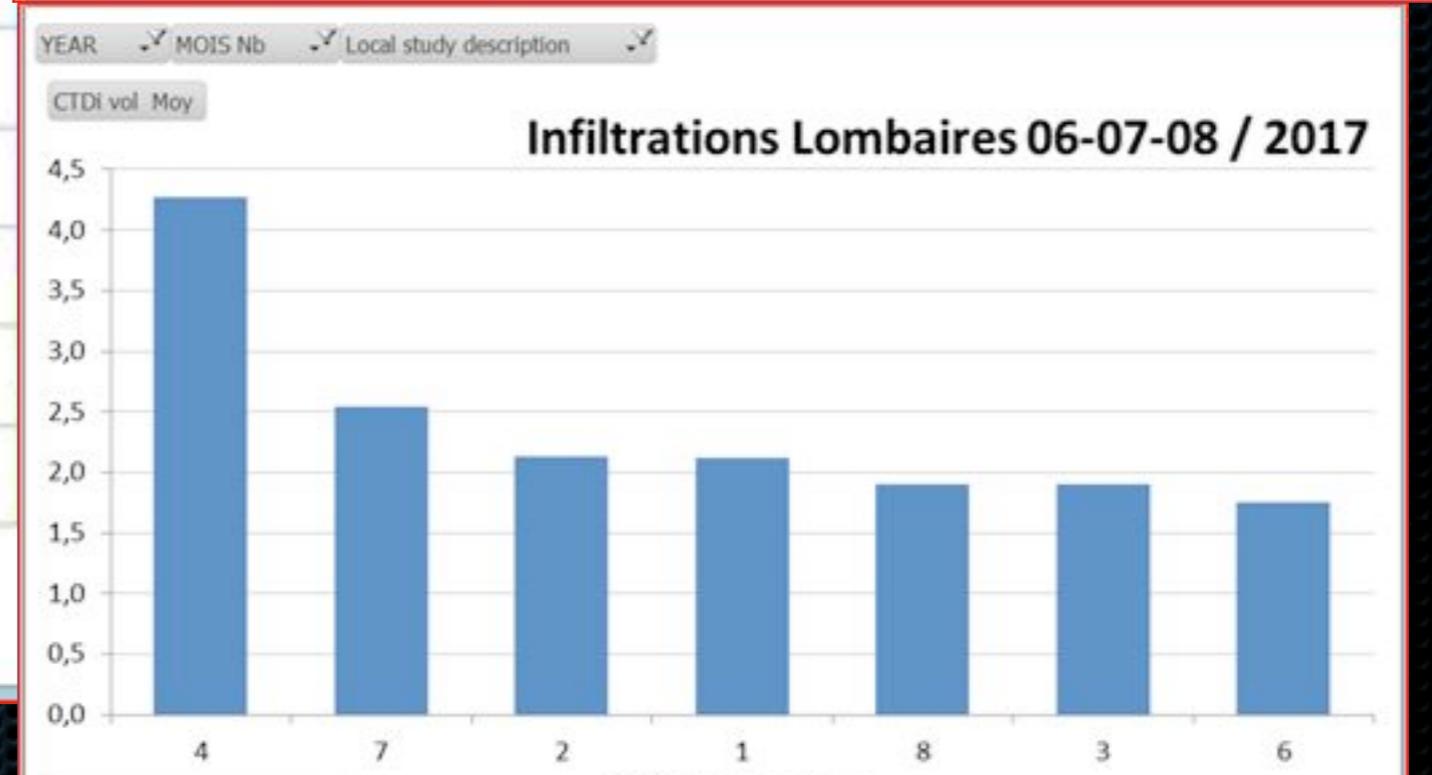
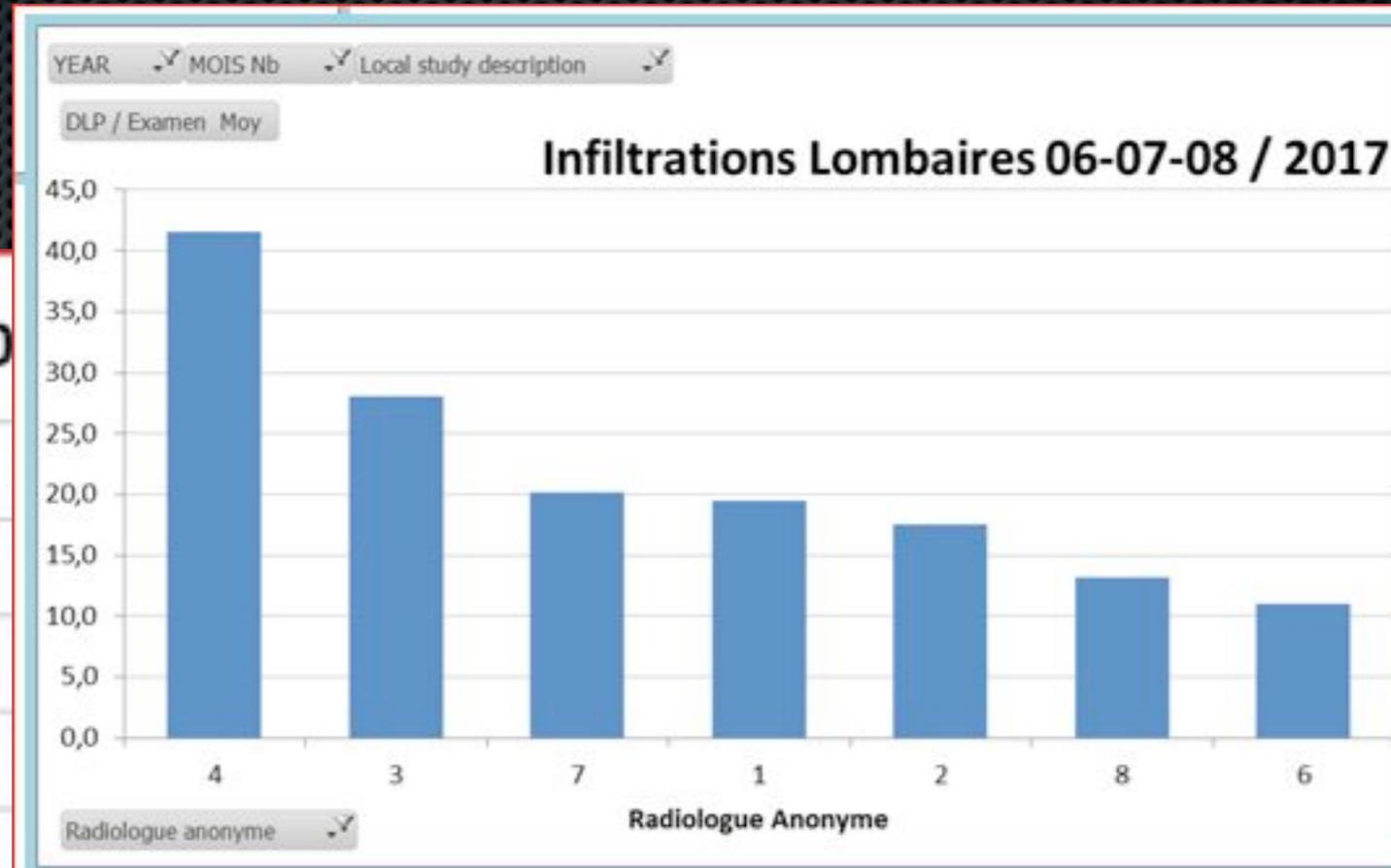
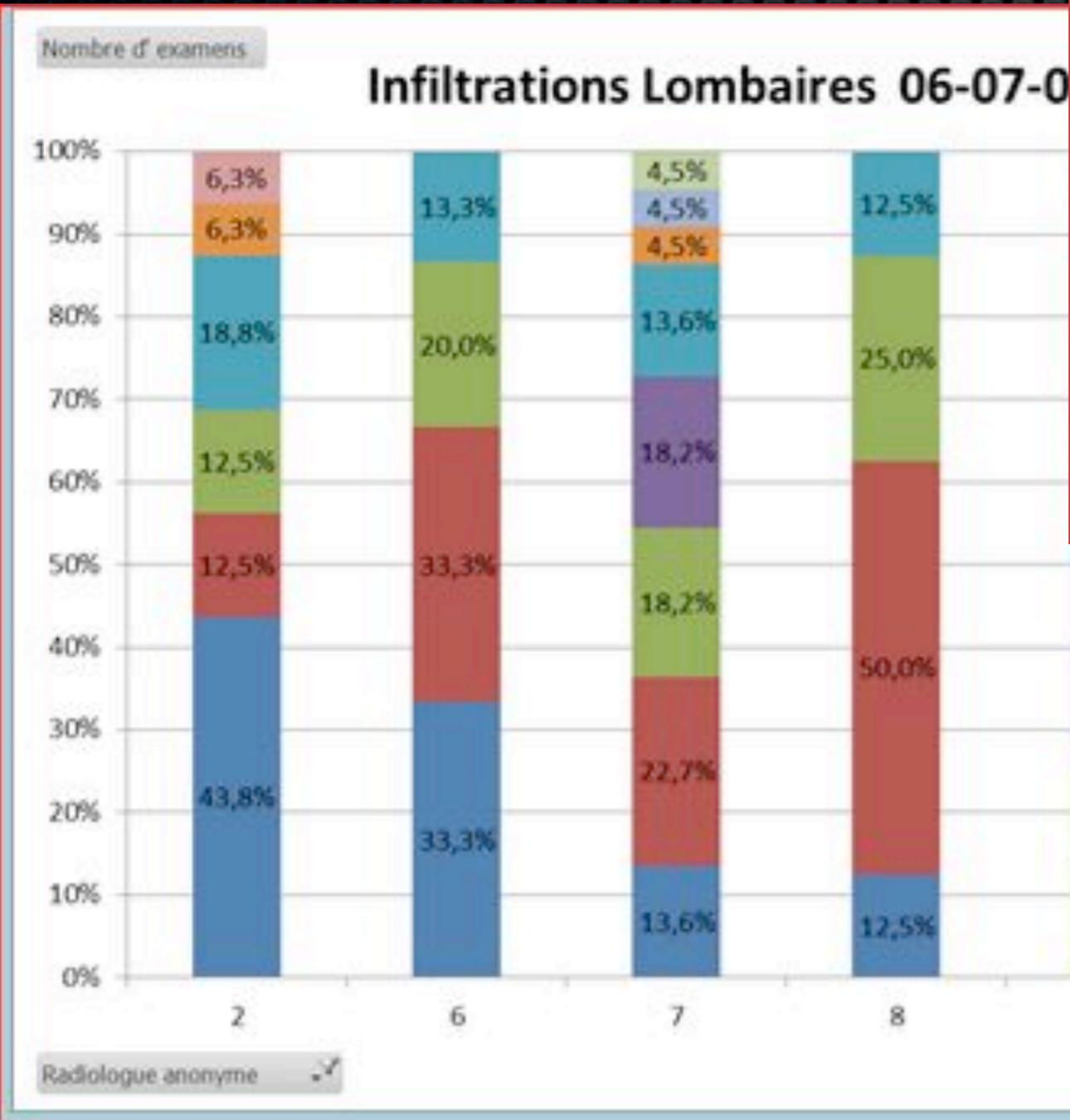
- ✦ excellent outil de recueil de données historiques
- ✦ recherche d'une application pratique pour les examens scanner
- ✦ => Détermination de seuils dosimétriques de prescription des séries CT adaptés au BMI des patients
 - ✦ => Aider le manipulateur dans sa réflexion
 - ✦ **=> protocoles standards / BMI - optimisation par le niveau de bruit en modulation automatique mA**

Dosewatch - suivi Aorte Tho (PDL)

Examens CT					
Alertes de dose	Date et heure	N° d'accès	ID patient	Description de l'examen	Protocole
○	2013-06-04 15:12	KIRC01349255	1194662	Scanner cardiaque	5.55 COEUR BURST 76-110 BPM IMC 22<->28
○	2014-06-19 12:22	KIRC01520812	1194662	Scanner thoracique	5.1 THORAX STANDARD 35sec + INSPI/EXPI/PROCU IMC<30
○	2015-08-06 14:06	KIRC01702305	1194662	Scanner thoracique	5.64 AORTE THORACIQUE 0.625 mm 30-65 BPM ** PULSE ** 26/31
-	2015-12-29 09:56	ZRAD2015080147	1194662	CT Thorax	CT Thorax
○	2016-02-22 17:57	KIRC01789657	1194662	Scanner du Rachis Lomb	7.1 ...RACHIS LOMBAIRE 4 NIVEAUX...
⚠	2016-07-01 14:43	KIRC01841782	1194662	Scanner thoracique	5.10 AORTE THORACIQUE / HEMOPTYSIE
○	2017-07-03 17:37	KIRC02007473	1194662	Scanner thoracique	5.64 AORTE THORACIQUE 0.625 mm 30-65 BPM ** PULSE ** 26/31

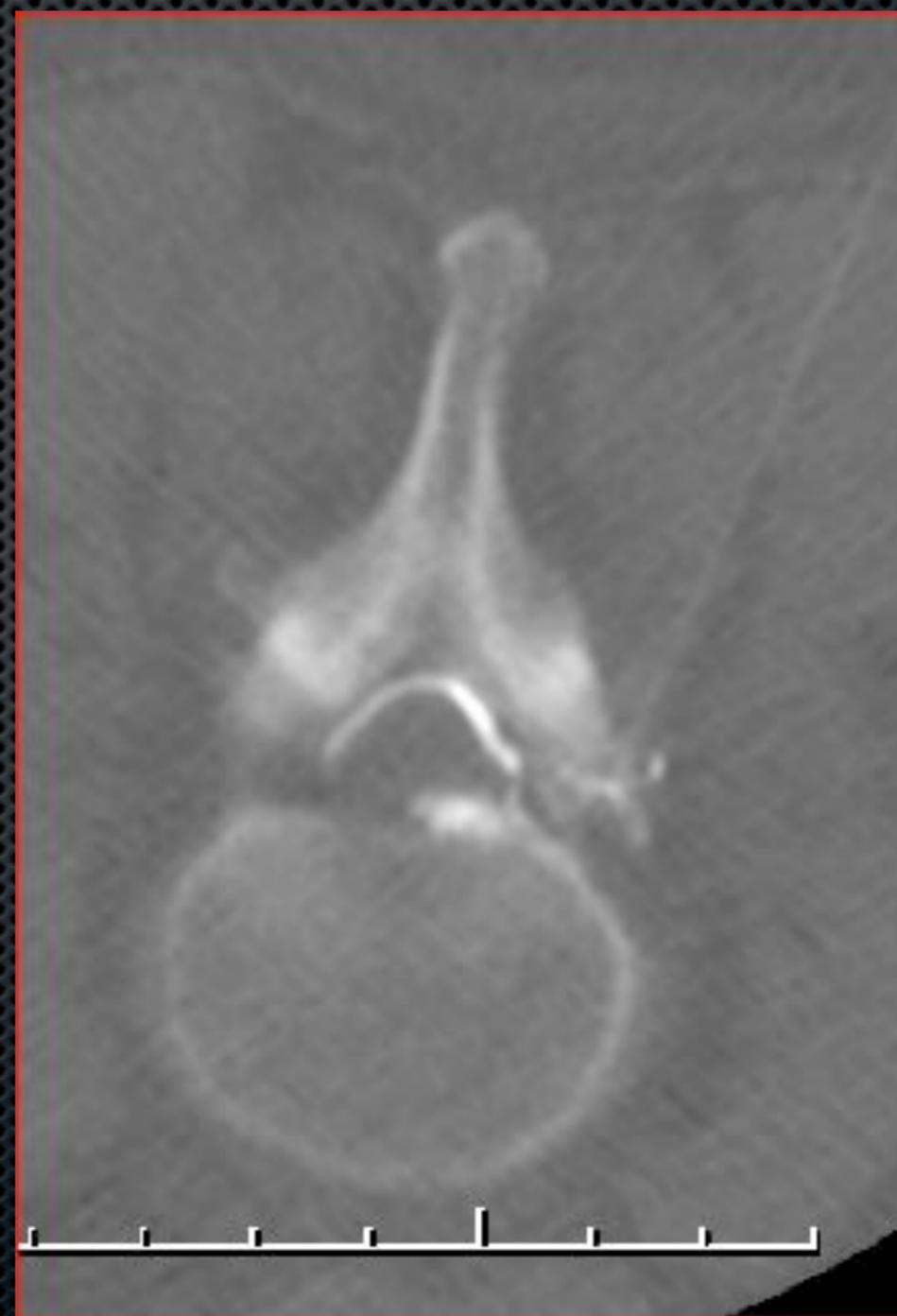


Interventionnel CT





La dose ne dit pas tout !



Mise en place de Dosewatch* - Effets Ires ...

- ✦ Incapacité de travail au poste de scanner d'un membre de l'équipe ATM
- ✦ Troubles du comportement d'un associé : «tout à fond»



Tag - Marseille

What else ?



PIC : Quelle dose ??

- ✦ Standard ?
- ✦ Réduite ?
- ✦ Personnalisée ?

- ✦ ALARA aussi ?????



ESUR Guidelines

on **Contrast Media**

European Society of Urogenital Radiology

[__PREFACE](#)

[__PUBLICATIONS](#)

[__COMMITTEE](#)

[__HISTORY OF GUIDELINES.PDF](#)

[__ESUR.ORG](#)

CHEZ LES PATIENTS À
RISQUE DE
NÉPHROTOXICITÉ (CF
SUPRA)

- Utiliser un produit de contraste iso ou hypoosmolaire
- Utiliser la plus petite dose de produit de contraste permettant d'obtenir le diagnostic.

CHEZ LES PATIENTS
SANS RISQUE
PARTICULIER DE
NÉPHROPATHIE AUX
PRODUITS DE
CONTRASTE

- Utiliser la plus petite dose de produit de contraste permettant d'obtenir le diagnostic.

EP GSI 30cc 2cc/s



DDN01/03/1932
03/10/2017
08:53:59

A142

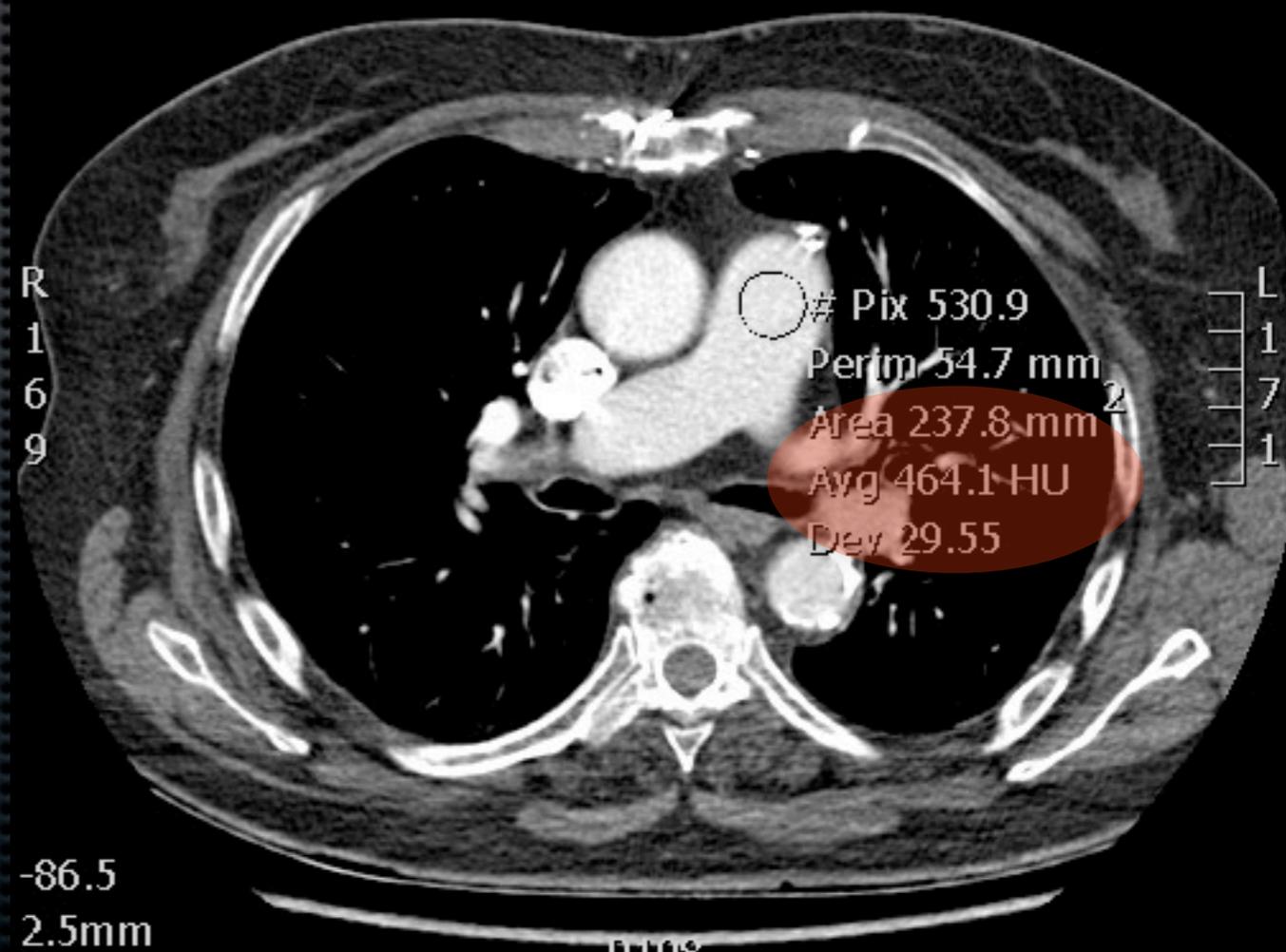
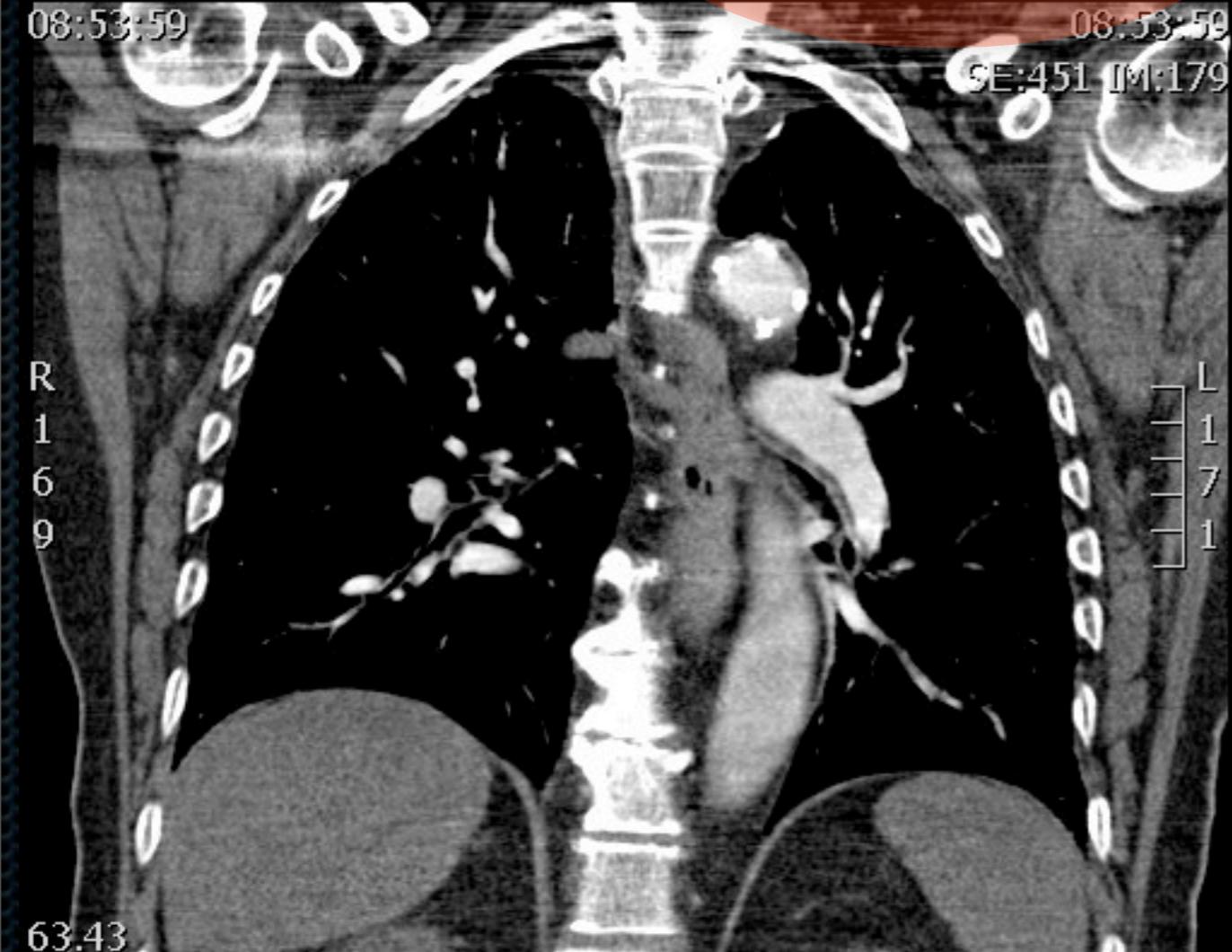
Monochromatique 40 Kev -
03/10/2017
08:53:59
SE:450 IM:44

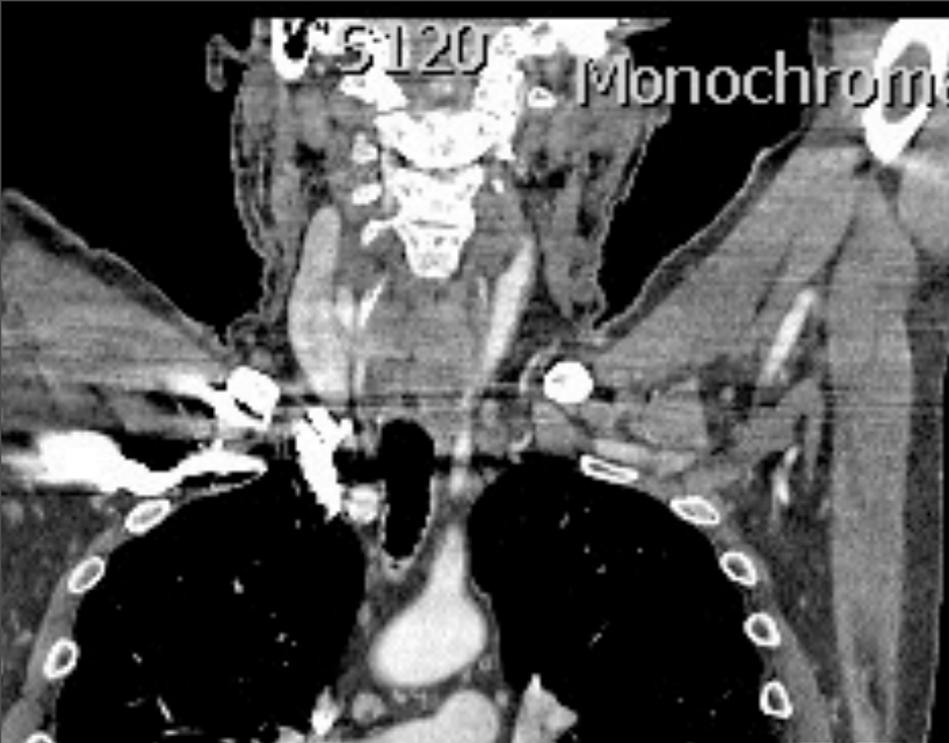
DDN01/03/1932
03/10/2017
08:53:59

S73

Monochromatique 40 Kev -
03/10/2017

08:53:59
SE:451 IM:179



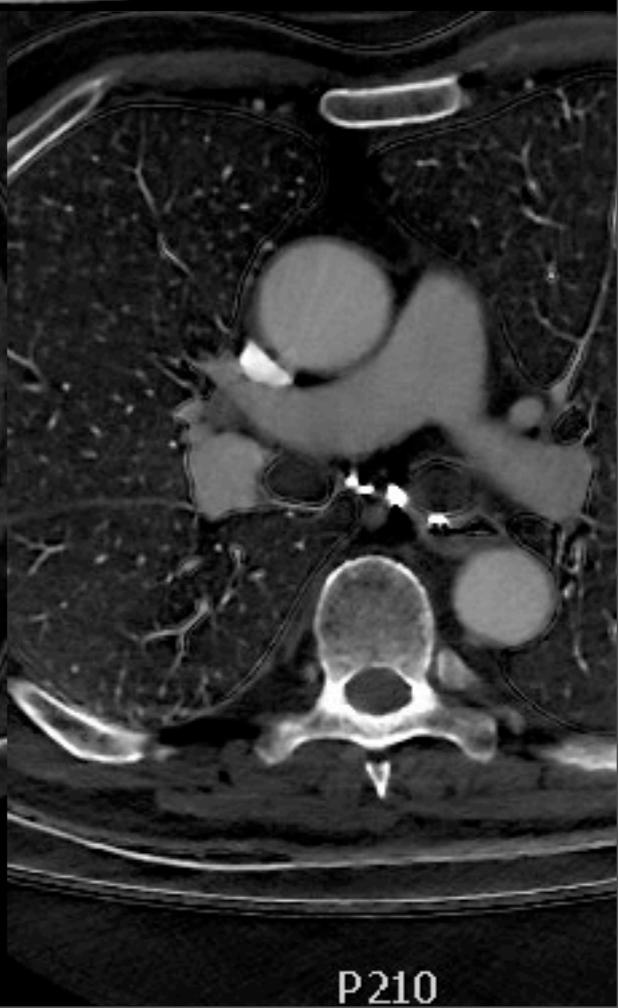
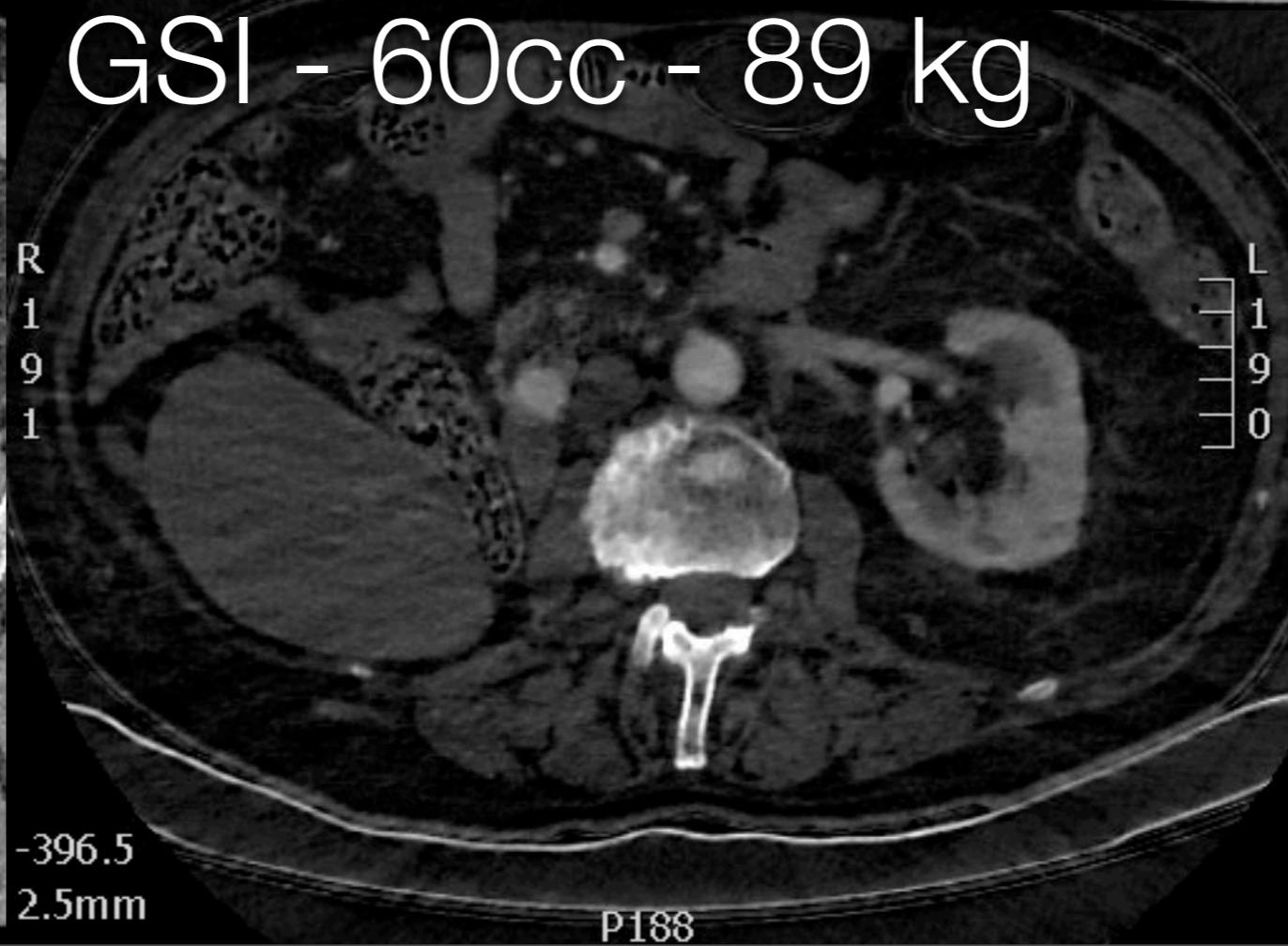


Monochromatique 40 Kev
03/10/2017
09:36:12
SE:551 IM:6



DDN20/08/1939
03/10/2017
09:36:12

K Rein métastatique
GSI - 60cc - 89 kg



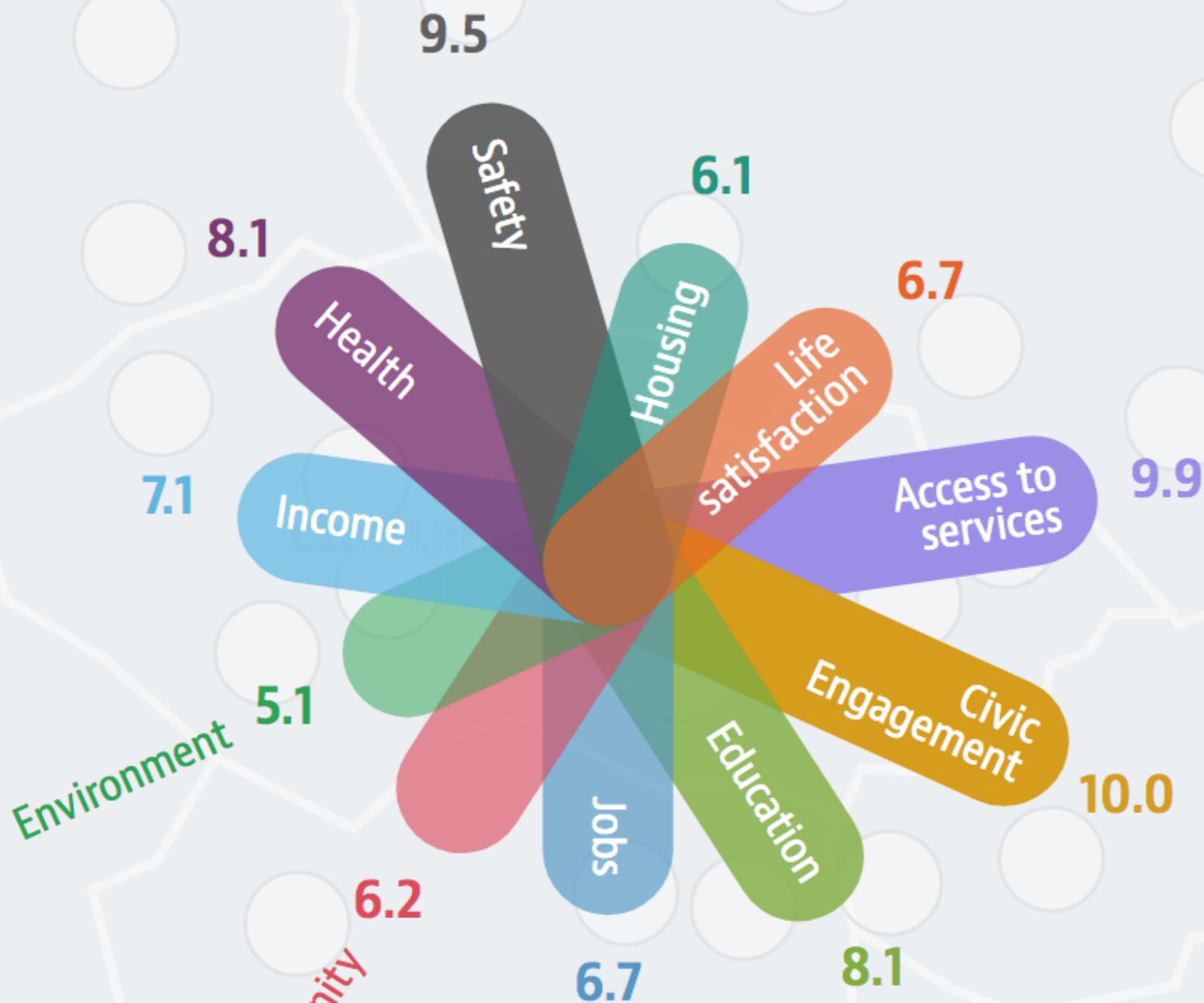
Protocoles personnalisés

medRAD® Stellant®
CT Injection System

Certegra® P3T® 2.0
Applications

- ✦ adaptation automatique : indication de l'examen, habitudes du radiologue, poids du patient , durée acquisition, dose test...
- ✦ traçabilité

«Le travailleur frontalier»
MUCEM Exposition
«Le monde à l'envers»
Marseille



<https://www.oecdregionalwellbeing.org/>

