

RETOUR D'EXPÉRIENCE SUR L'UTILISATION DES NRD POUR L'OPTIMISATION EN IMAGERIE DIAGNOSTIQUE

Luc Mertz¹, Marc Mertz², Remy Beaujeux¹, Alain Dana³, Catherine Roy¹
Pole d'imagerie CHU Strasbourg¹, Serphymed-SerphyDose², IRP et AHP³

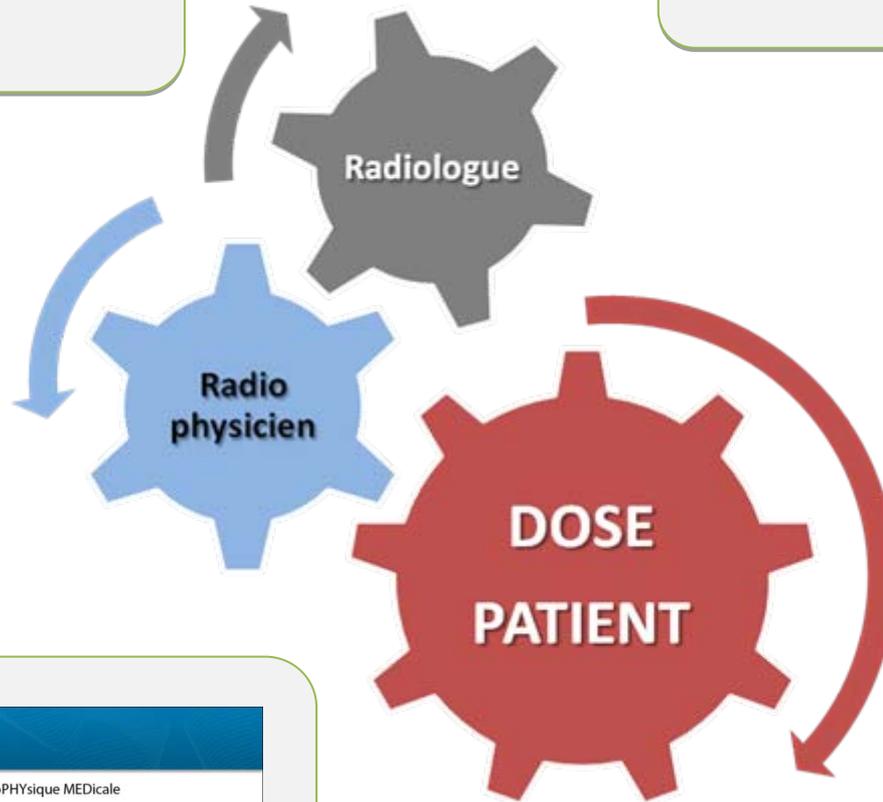
Contact : luc.mertz@medecine.u-strasbg.fr

CHU

- Radiologie lourde hospitalière
- Formation des internes
- Recherche clinique
- ...

American Hospital of Paris

- Spécificité du recrutement
- Réglementation US
- ...



Institut de Radiologie de Paris

- Relation prescripteurs
- Productivité
- Homogénéisation des pratiques
- ...

SerphyMed

Société d'Expertise en RadioPHYSIQUE MEDICALE

Tel: 03 87 02 12 34

Fax: 03 63 55 61 22

serphymed@serphymed.com

www.serphymed.com

SerphyDose



Le contexte ... une démarche bousculée par des événements récents ...

La phase initiale ... 2004 – 2009

Transposition des directives européennes

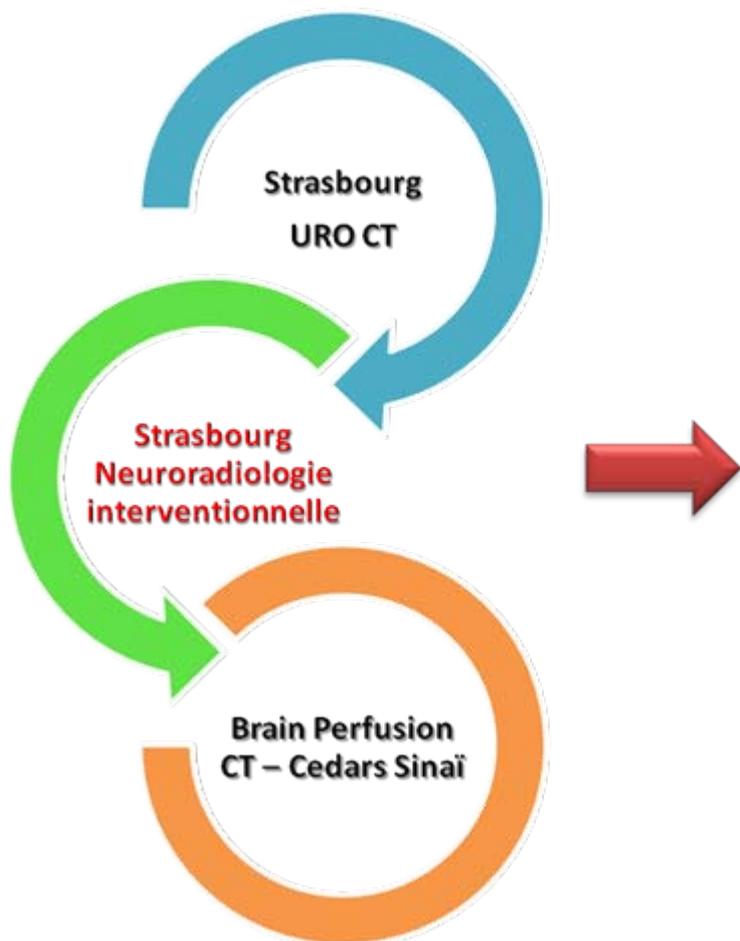
Les événements récents... 2008 – 2009

Communication de l'ASN sur la dosimétrie patient et plus particulièrement sur la dosimétrie patient au scanner

Initiative de la FDA pour réduire la dosimétrie patient

Réunion de travail du CDRH et de la FDA sur la dosimétrie patient fin mars 2009

Position du congrès américain sur la dosimétrie patient



Le contexte ... une démarche bousculée par des événements récents ...

- A victim of medical radiation overdoses tells his story Monday, May 24, 2010

Michael Heuser, "Patient 1" in the investigation into medical radiation overdoses at [Cedars-Sinai Medical Center](#) in Los Angeles, describes what happened to him and the impact it has had on his life.



Image shows the back of radiation victim Michael Heuser's head following CT perfusion scanning at Cedars-Sinai Medical Center in Los Angeles. Image courtesy of Eric Bailey, Consumer Attorneys of California, Sacramento.



Related posts:

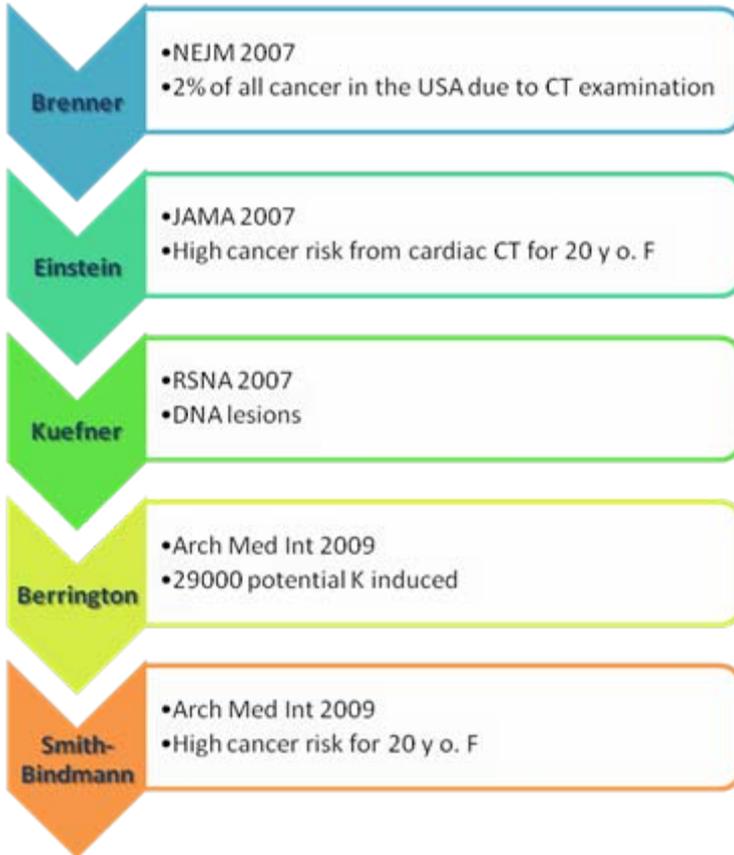
- [Radiation overdoses at Cedars Sinai](#)
 - [Cedars-Sinai radiation problem worse than thought](#)
 - [FDA to crack down on medical radiation errors](#)
 - [How much exposure to medical radiation is too much?](#)
 - [Another case of medical overradiation reported in Missouri](#)
- Tags: [Medical negligence](#), [medical technology](#), [radiation](#);
Category: [Page One](#);



L'incident n'est détecté qu'au 206^{ième} patient !



Publication scientifique



Mediatisation



Mise en évidence de la nécessité d'un **contrôle** et d'une **réduction** de la dose patient



The NEW ENGLAND JOURNAL *of* MEDICINE

Is Computed Tomography Safe?

Rebecca Smith-Bindman, M.D.

Facilities must then monitor delivered doses and compare them with the benchmarks. Many European quality-assurance programs have been performing these tasks for over a decade, and average doses have been reduced considerably. Monitoring U.S. patients' exposure would lead to an awareness of radiation associated with imaging and to reductions in average and extreme doses. If given a legislative mandate, the FDA could take the lead in creating standards and assessing compliance. Facilities that could not meet the standards should not be certified to conduct CT.

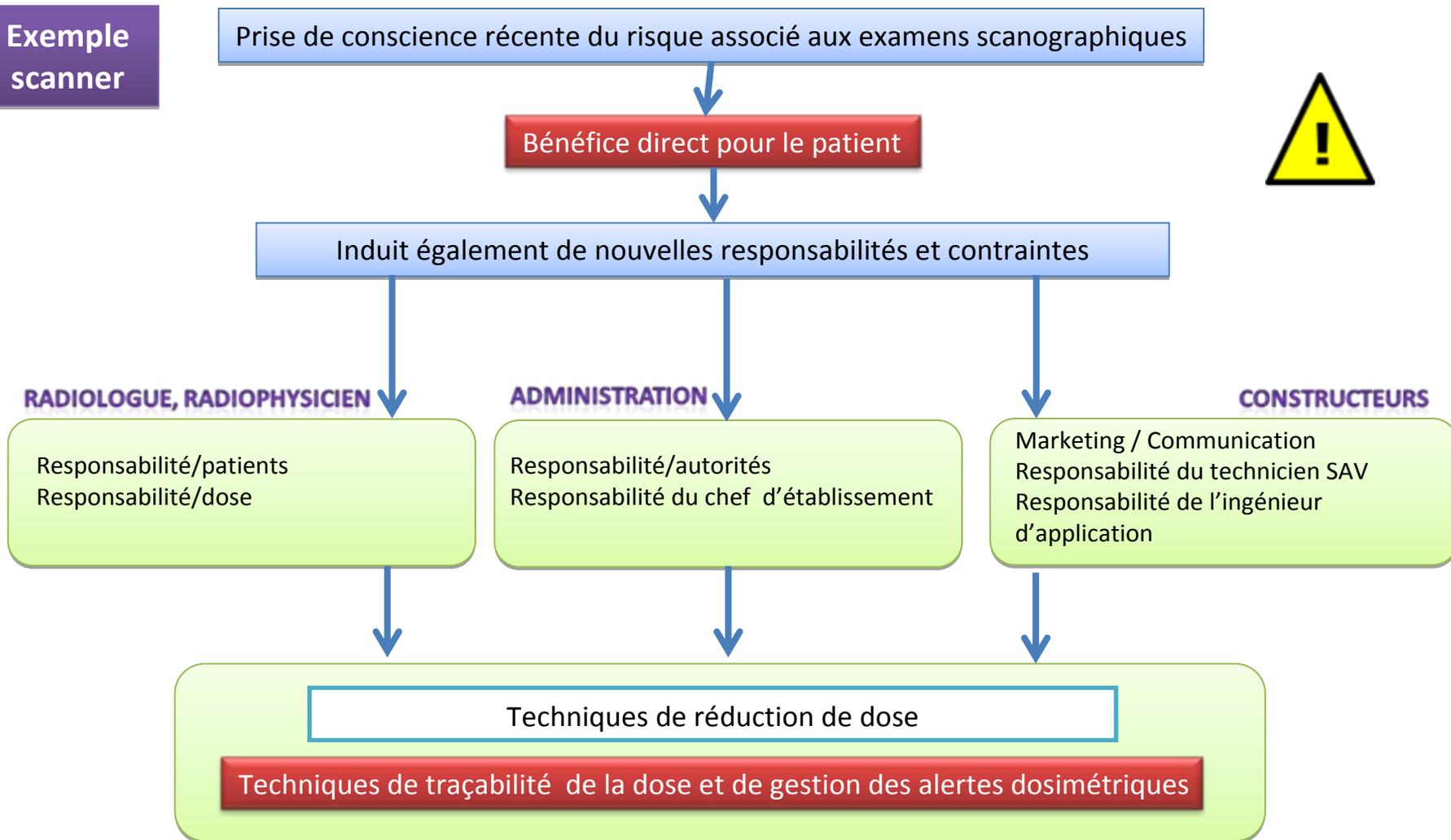
Perspective

JULY 1, 2010

In addition, technologists and physicians must be educated regarding the importance of minimizing doses, and comprehensible dose information must be displayed wherever diagnostic studies are done. Furthermore, the default CT settings should generate the lowest doses that will yield the essential diagnostic information. The dose from each CT examination should be documented in the patient's medical record and tracked over time. The

LES OBJECTIFS

Exemple scanner



Exemple scanner

IL Y A ACTUELLEMENT 2 OBSTACLES À CETTE DÉMARCHE :

Backprojections CT



Nécessite la connaissance de la dose.
La dose doit être archivée dans une BD

Le radiologue doit composer avec un nouveau standard de qualité (bruit)

Le suivi de la dosimétrie patient ne peut pas être réalisé en l'absence de données dosimétriques

LA SOLUTION ...

Reconstruction itérative

Logiciel d'optimisation et de traçabilité

CONTROLE DE LA DOSE EN ACCORD AVEC LA QUALITE IMAGE

Niveau 1

- Contrôles qualités
 - Protocole AFSSAPS
 - Systématiques après arrêt machine→ ✗ Facteur machine
- Formation à la radioprotection patient
- Bonnes pratiques → ✗ Facteur humain
- NRD

Travail par échantillonnage



Grâce à l'accès aux données dosimétriques détaillées pour tous les patients

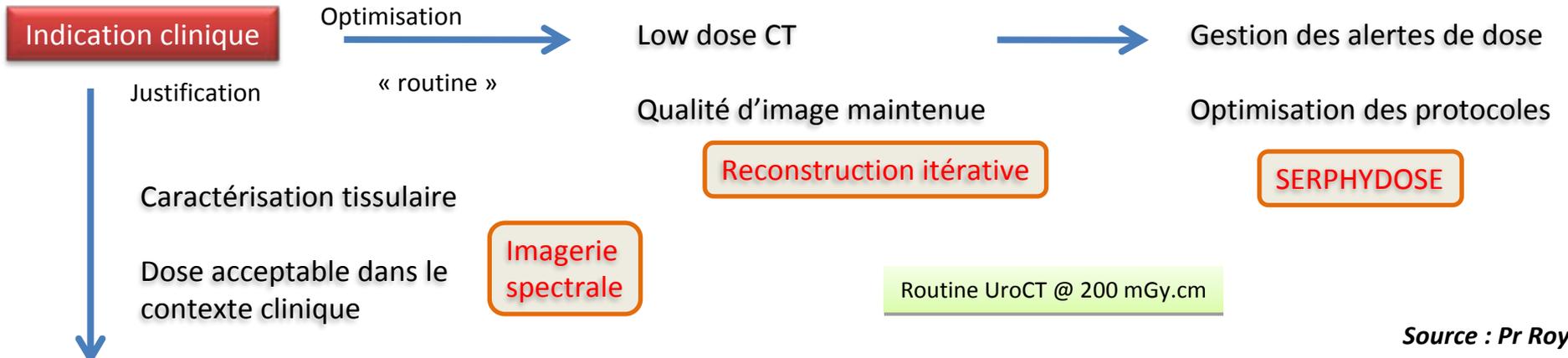
Niveau 2

- | Sécurité | Justification | Optimisation |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">- Tout problème technique identifié sans délai (cf Cedars Sinaï)- Gestion des cumuls de dose- Historique dosimétrique pour le patient (transparence) | <ul style="list-style-type: none">- Aide à la prescription- Aide au partage de responsabilité entre le médecin prescripteur et le médecin réalisateur- Utilisation du GBUEI (thesaurus) | <ul style="list-style-type: none">- Optimisation fine des protocoles- Benchmarking sur données anonymisées- REX pour la formation |

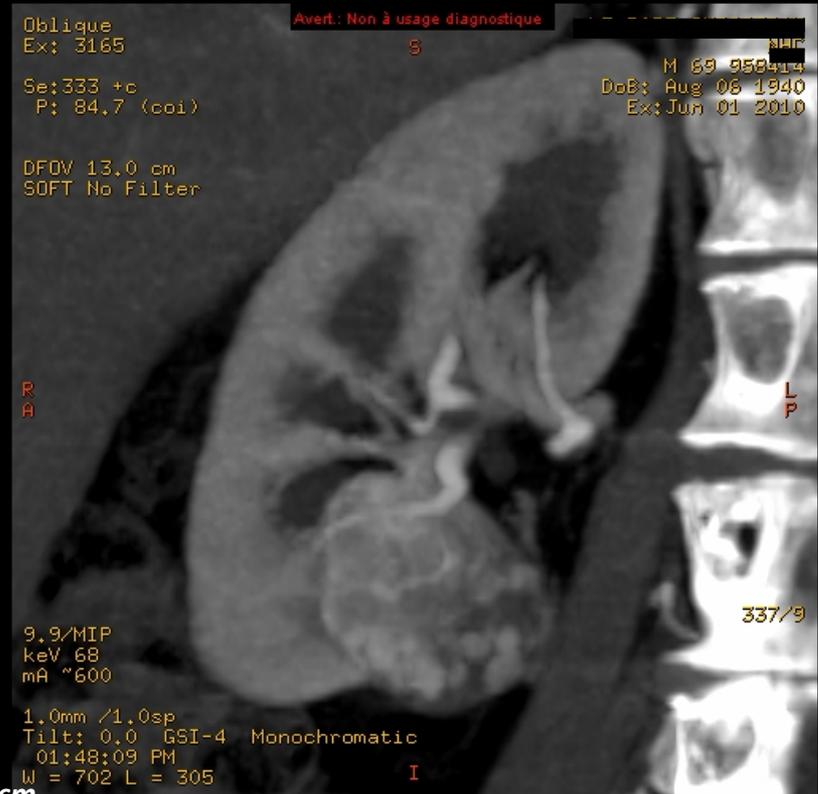
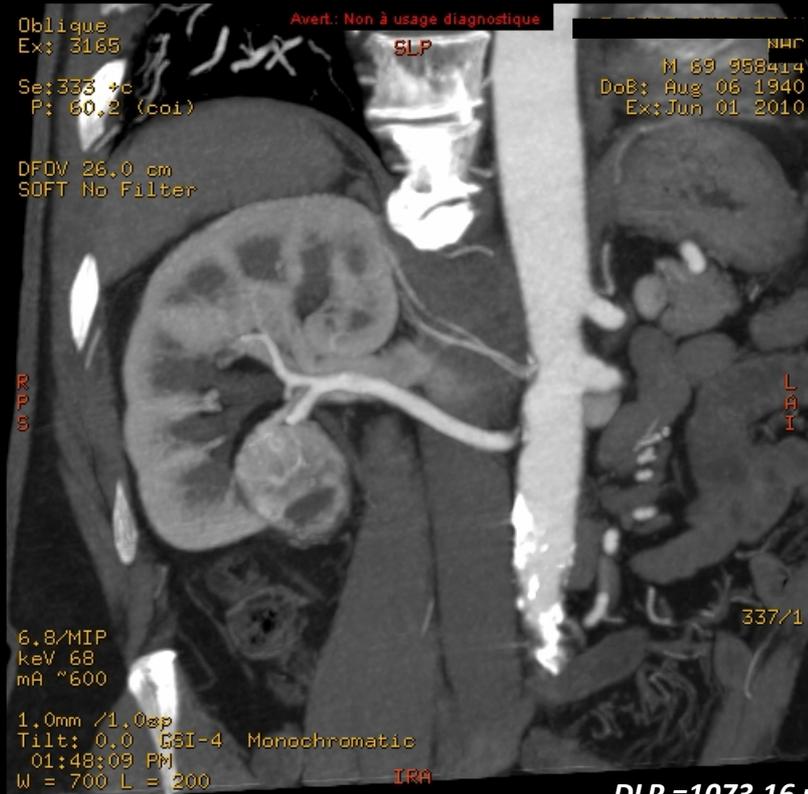
Radioprotection patient intégrée en productivité

MATERIEL ET METHODES

Matériel et méthodes ... l'indication clinique comme point de départ...

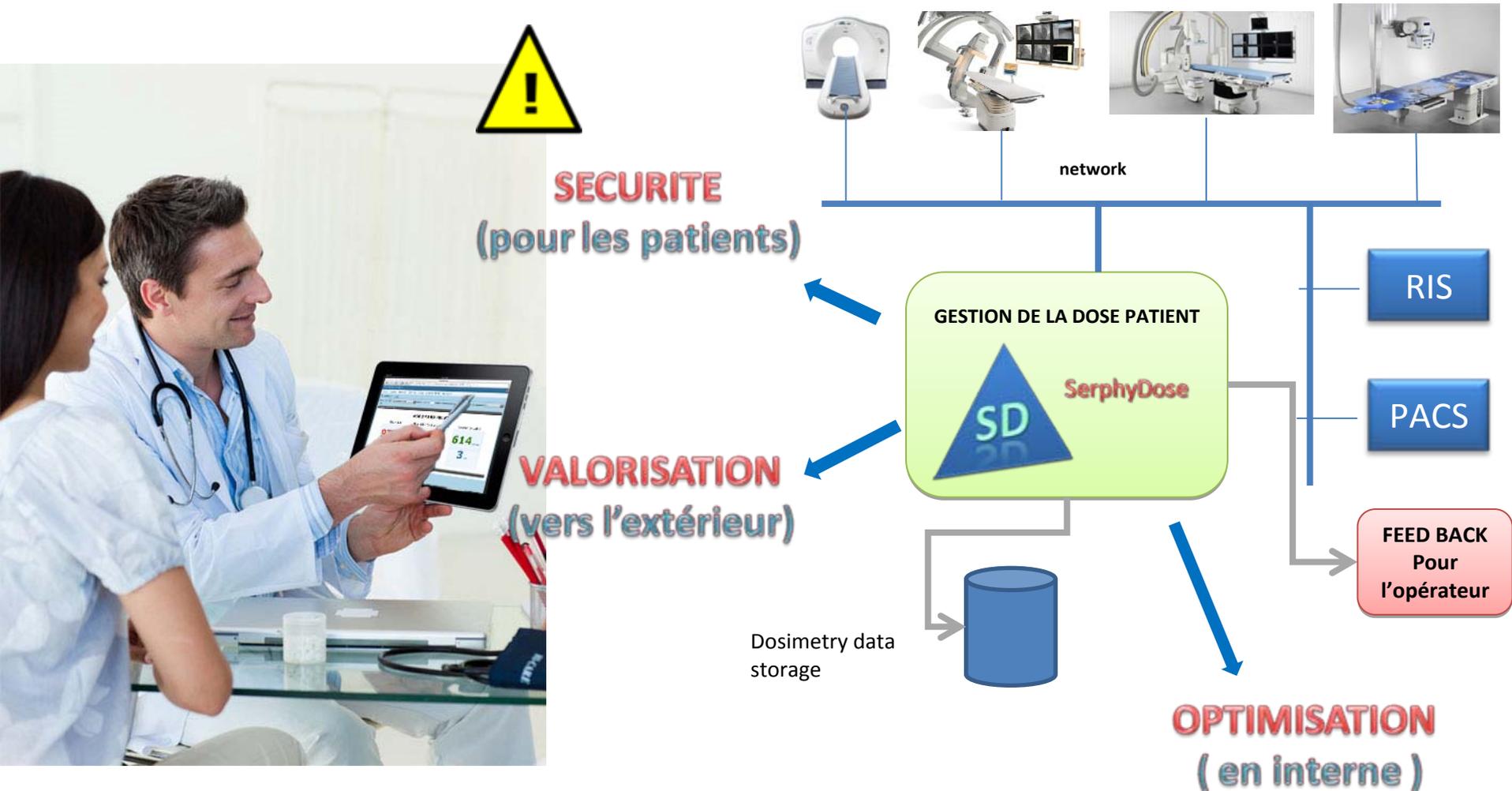


Source : Pr Roy



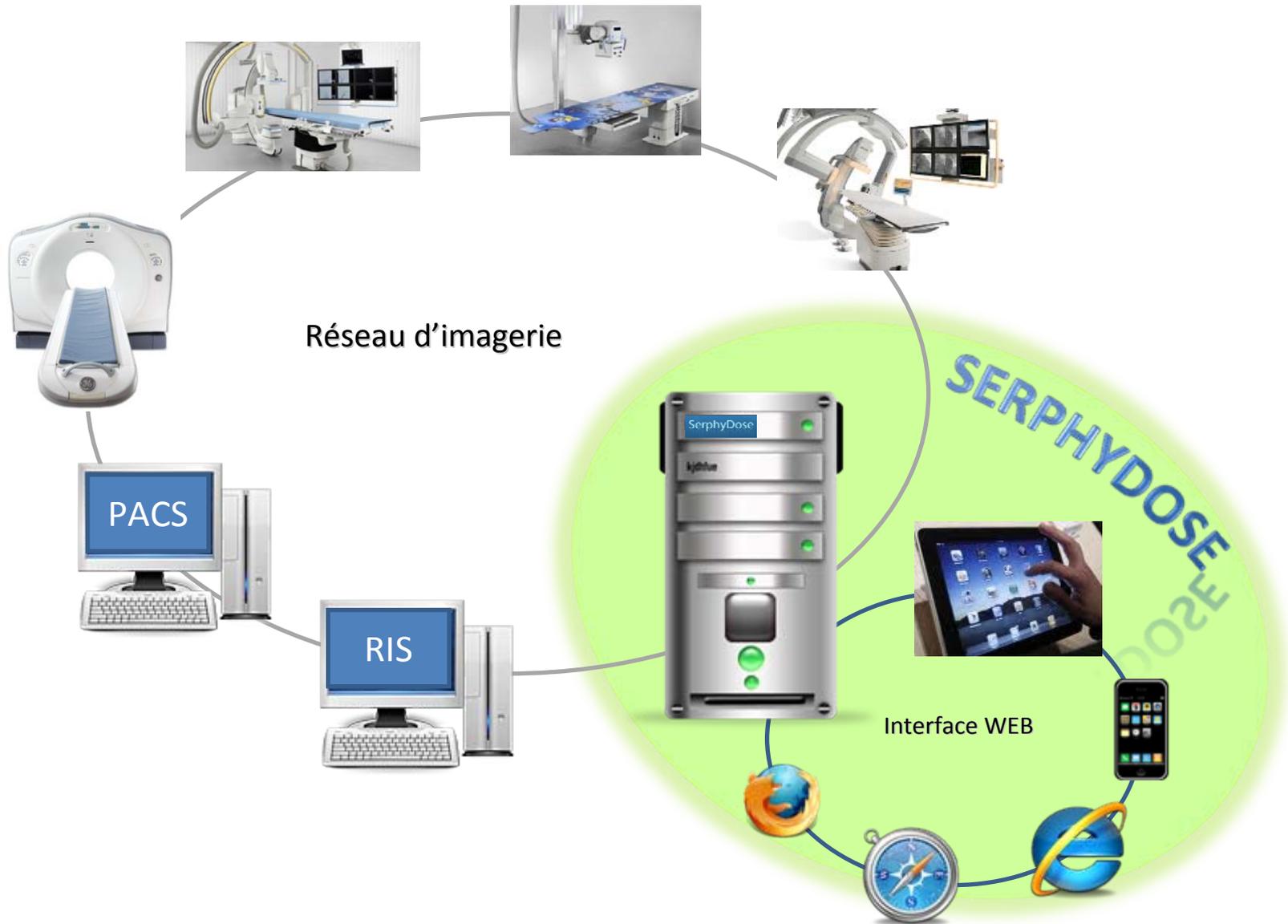
DLP = 1073,16 mGy.cm

POUR DÉPASSER CES DIFFICULTÉS NOUS AVONS FAIT DÉVELOPPER UN LOGICIEL DÉDIÉ À LA GESTION DE DOSE ...



LE PATIENT NE DOIT PLUS ETRE LE DOSIMETRE !

Matériel et méthodes ... une application dédiée à l'optimisation de la dose ...



Matériel et méthodes ... une application dédiée à l'optimisation de la dose ...

Avant l'examen

Médecins prescripteurs et réalisateurs

Eléments dosimétriques utiles à l'application du principe de justification

MER

Cumul dosimétrique
Bonne pratique
Aide à l'optimisation des protocoles

Après l'examen

Warnings

DICOM

Constructeurs

Données temps réel sur le comportement du système

Benchmark pour l'optimisation des protocoles

Patient

Rapport de dose détaillé avec historique dosimétrique

Radiologue

Outils pour les EPP

Radiophysicien

Optimisation

Systeme de sécurité pour tous ceux concernés par la dose

Le radiologue est automatiquement informé de sa pratique dosimétrique

L'objectif est d'amener le radiologue vers **la pratique optimale**

La pratique interne est comparée aux bonnes pratiques dosimétriques de la littérature

SerphyDose

Home Studies Patients Analysis Tools Administration About [admin ADMIN - Log out]

Virtual target values

Study description: ABDOMINO PELVIEN Mean values for 3 months. Station name: --- Performing physician: --- OK

Virtual target values

Study (n = 80)

Study description: **ABDOMINO PELVIEN**

Mean DLP: **951.44** mGy.cm Mean number of irradiation events per study: **3**

Mean DLP for last 3 months: **990.1** mGy.cm Mean number of irradiation events per study: **4**

Protocols

Protocol name	Number of studies	Mean DLP (mGy.cm)
5.2 THORAX *****	1	270.97
6.1 ABDO PELVIS IV *****	34	630.68
6.14 AORTE ABDO 0.625mm***	1	2356.27
6.2 ABDO PELVIS SANS IV*****	24	819.64
6.8 UROSCAN:Sans/Art/Portal/(REPERAGE)Tardif Abdo***	6	1199.82
6.9 ABDO SS/ABDO ART/AP Portal ***	14	1798.18

Target region: Chest (n = 1)

Acquisition type	Mean CTDi (mGy)	Mean DLP (mGy.cm)	Mean CTDi (mGy) for last 3 months	Mean DLP (mGy.cm) for last 3 months
Spiral	4.21	270.97		

Target region: Abdomen (n = 155)

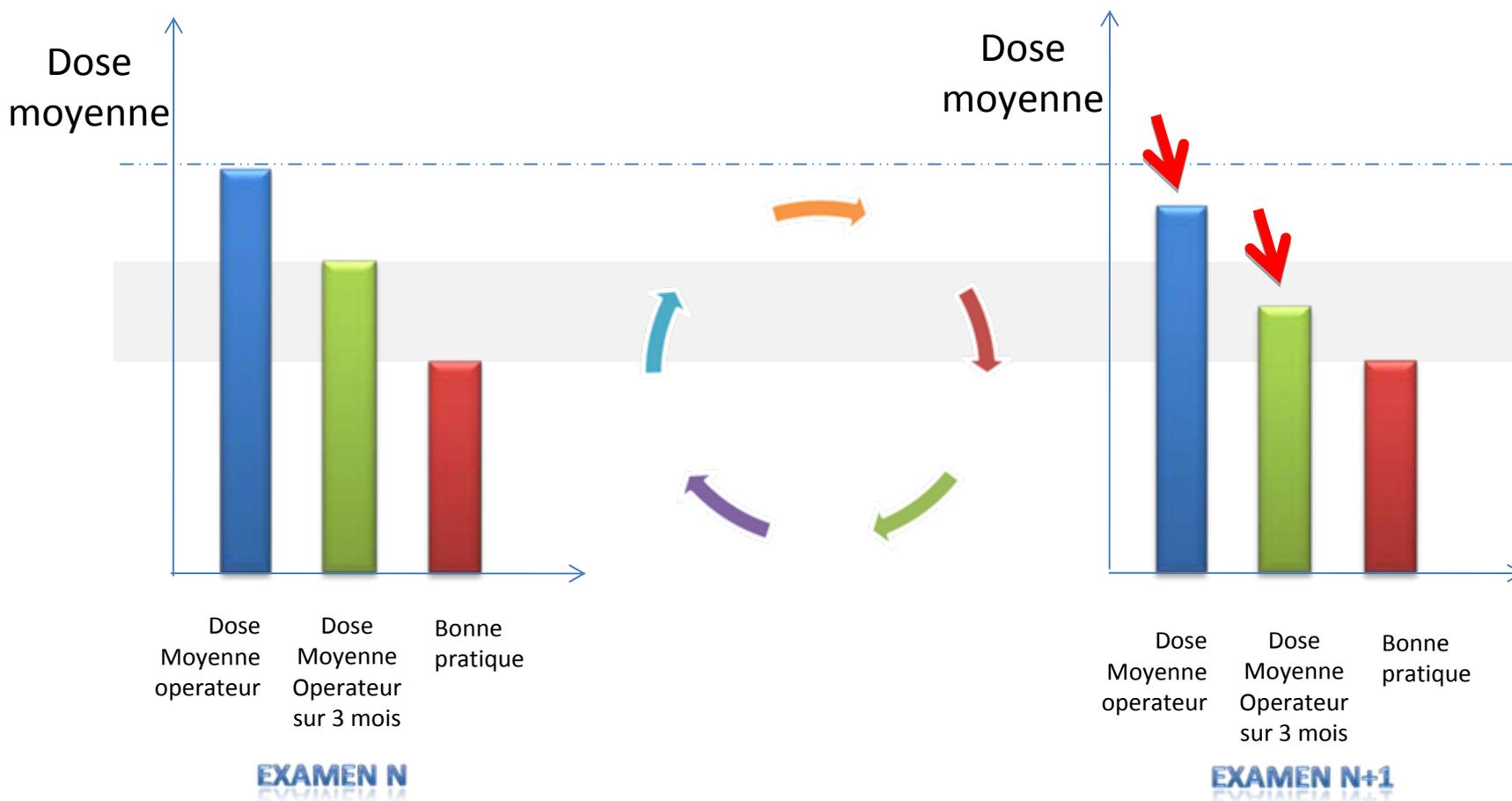
Acquisition type	Mean CTDi (mGy)	Mean DLP (mGy.cm)	Mean CTDi (mGy) for last 3 months	Mean DLP (mGy.cm) for last 3 months
Sequenced	7.28	3.64	7.28	3.64
Stationary	71.01	35.5	82.55	41.27
Spiral	11.44	583.01	10.48	530.85



ABDOMINO PELVIEN



Le concept des NRD appliqué en routine à la dose pour l'examen complet



Alertes
automatiques
sur la dose

SerphyDose Automatic Patient Dose Alert System: Dose Alert Notification for patient ID = 2121212 - Message (HTML)

Message Insertion Options Format du texte Développeur Adobe PDF

Envoyer Coller Presse-pap... Texte simple

Calibri 11

Carte de visite Vérifier les noms Joindre un fichier Joindre l'élément Carte de visite Calendrier Signature Assurer un suivi Options Vérification

À... Dr [REDACTED]

Objet : SerphyDose Automatic Patient Dose Alert System: Dose Alert Notification for patient ID = 2121212

***** Patient Dose Alert Notification *****

Dose Alert is notified for **patient ID = 2121212**

=====

Study = 1.2.840.113619.2.267.3.296492581.986.1269614687.591

Study Description = CEREBRAL CT

Date = 06-06-2010

Time = 09:31:7

=====

Dose Length Product :

Dose threshold 1: 1000
Dose threshold 2: 2000
Mean value : 789.14
Current value: **1589.14**

Total number of irradiation events :

Level 1: 2
Level 2: 4
Mean value: 3
Current value: 3

***** Patient Dose Alert Notification *****

RESULTATS



Rétroprojection filtrée



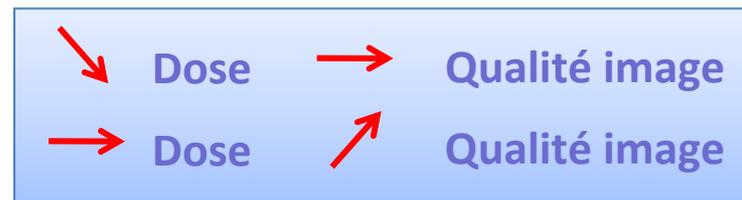
Reconstruction itérative

Source : GE Healthcare

Evaluation dosimétrique en cours

C Roy, L Dubus, L Mertz – CHRU Strasbourg

A Dana, E Rouaud, L Mertz – IRP Paris



Résultats : NIVEAU 2 ... prendre connaissance de sa pratique dosimétrique ...

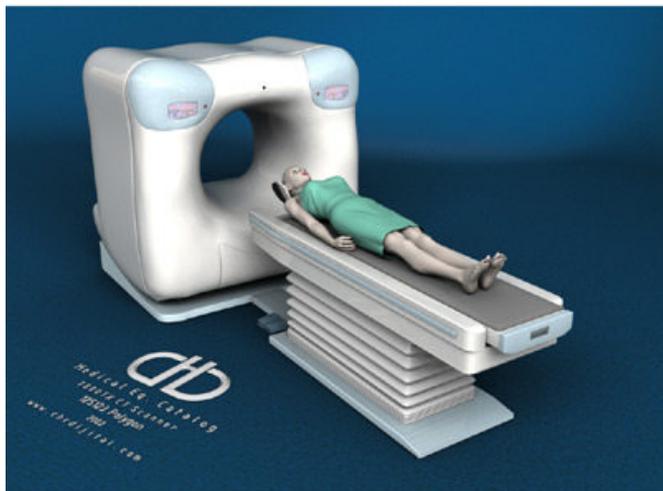
Scan	(Tous)
Médecin réalisateur	(Tous)
INDIC ORDO/COMPTE RENDU	(Tous)

exemple - CT

Examens	CTDIvol Moyen Spiral 1	PDL Moyen Spiral 1	CTDIvol Moyen Spiral 2	PDL moyen Spiral 2	CTDIvol moyen Spiral 3	PDL moyen Spiral 3	Nombre de patients	Poids moyen
ABDO-PELVIEN	16,7	725,9	14,1	631,9	15,9	728,2	17	69,0
ARTHRO EPAULE	55,4	738,6	60,1	764,9	61,2	770,5	10	84,0
ARTHRO POIGNET	36,0	341,3					3	63,7
ATM	5,2	56,7	5,2	59,8	5,2	59,8	2	60,5
CERVICO-THORACI	11,7	415,2	13,0	367,7			1	53,0
CHEVILLE	26,3	386,3	44,4	669,7			6	60,2
COLOSCOPIE	12,1	465,6	7,9	372,4	3,4	165,9	11	60,4
COUDE	26,9	357,6					1	55,0
CRANE NEURO	39,9	779,1	23,7	508,8	301,0	912,6	18	65,9
DENTAIRE	21,0	275,2	19,4	268,1	23,7	901,9	55	66,9
ENTERO	15,9	647,1	15,9	534,4	16,9	822,0	3	70,0
GENOU	30,1	508,9					7	65,6
GENOU	49,6	859,9					2	92,5
HANCHE	24,3	565,4					4	58,3
LARYNX	16,6	475,1					2	81,5
LOMBAIRE	57,1	1315,0	31,2	625,4	19,9	510,8	15	73,3
MBRES INF	9,2	411,0					1	59,0
OREILLE MOYENNE	115,4	760,0					4	68,3
PELVIEN	1,3	51,3					1	61,0
POIGNET	38,2	431,1					3	73,7
RACHIS CERVICAL	34,9	487,2					3	65,3
RACHIS DORSAL	62,0	1143,5					1	65,0
SCAN LOMBAIRE	40,8	858,3					6	64,3
SCAN OREILLE INTERNE	119,8	756,4					2	64,0
SCAN OREILLE MOYENNE	113,9	692,7	21,0	306,6			1	65,0
SCAN THORACO-ABDO-PELVIEN	21,8	656,5	19,4	978,8	21,1	959,0	3	65,3
SINUS	20,3	305,1	38,0	755,3			18	69,3
THORACIQUE	17,1	653,3	22,9	629,3	18,1	476,4	24	72,8
THORACO-ABDO-PELVIEN	15,6	771,4	18,0	986,3	28,3	763,9	14	62,6
(vide)	21,6	241,7					5	63,8
IMPLANT	26,0	227,2	18,6	233,5			52	69,4
SCANNER IMPLANT	21,9	308,7					1	50,0
Total général	28,5	516,2	18,7	542,6	40,5	714,1	299	68,2

CT internal DRL – to evaluate clinical practice and to perform protocol optimization

Doses patient élevées pour les URO SCAN (Strasbourg)



De nombreux patients avec des PDL > 6000 mGy.cm

PDL max = **24000 mGy.cm**

Tentatives d'optimisation freinées par l'augmentation du bruit dans l'image



Choix du scanner basé sur la dose

Changement de mentalité

Reconstruction itérative

PDL moyen = 450 mGy.cm



Même radiologue !

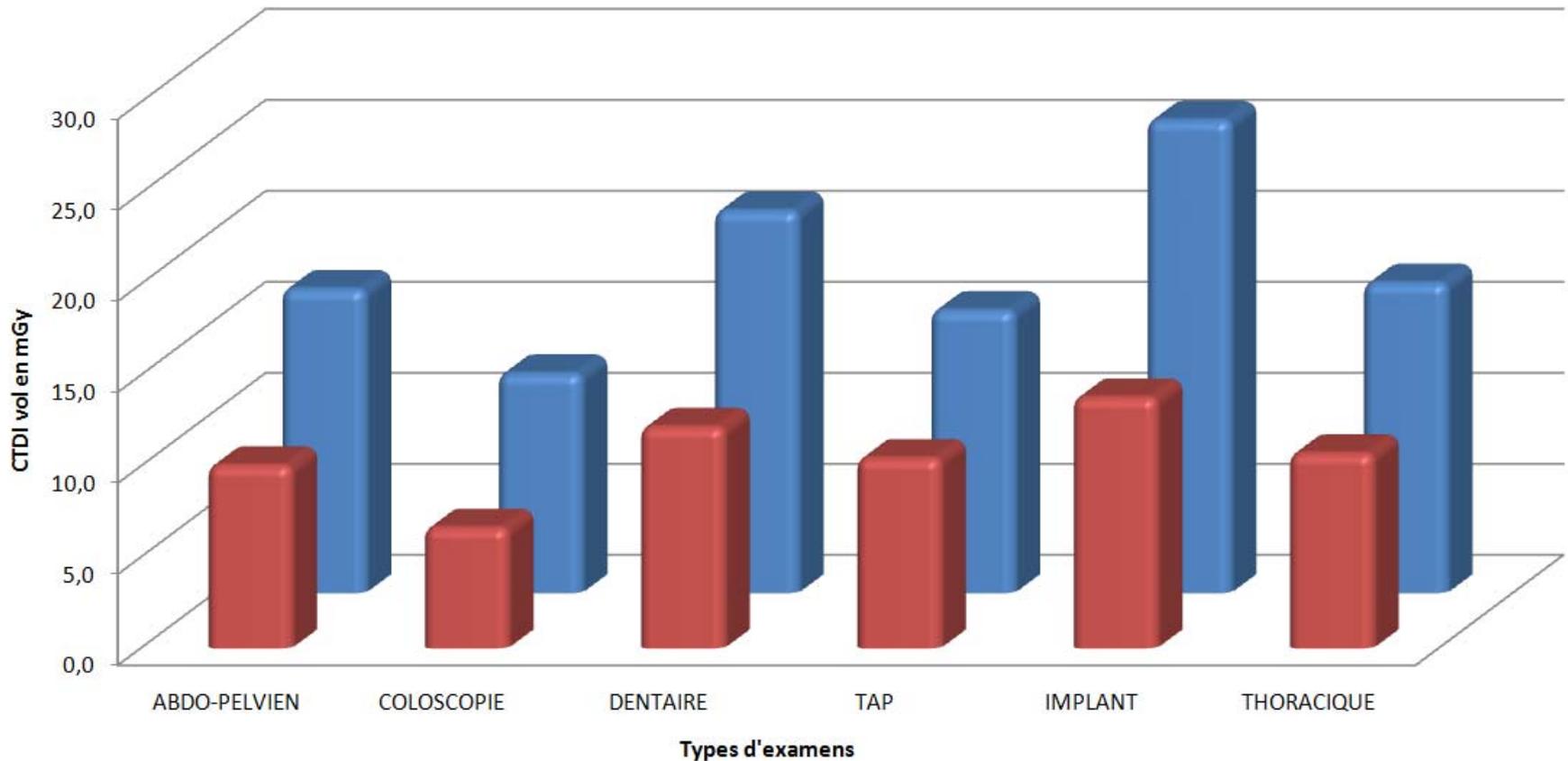
Meilleure caractérisation tissulaire

exemple - CT

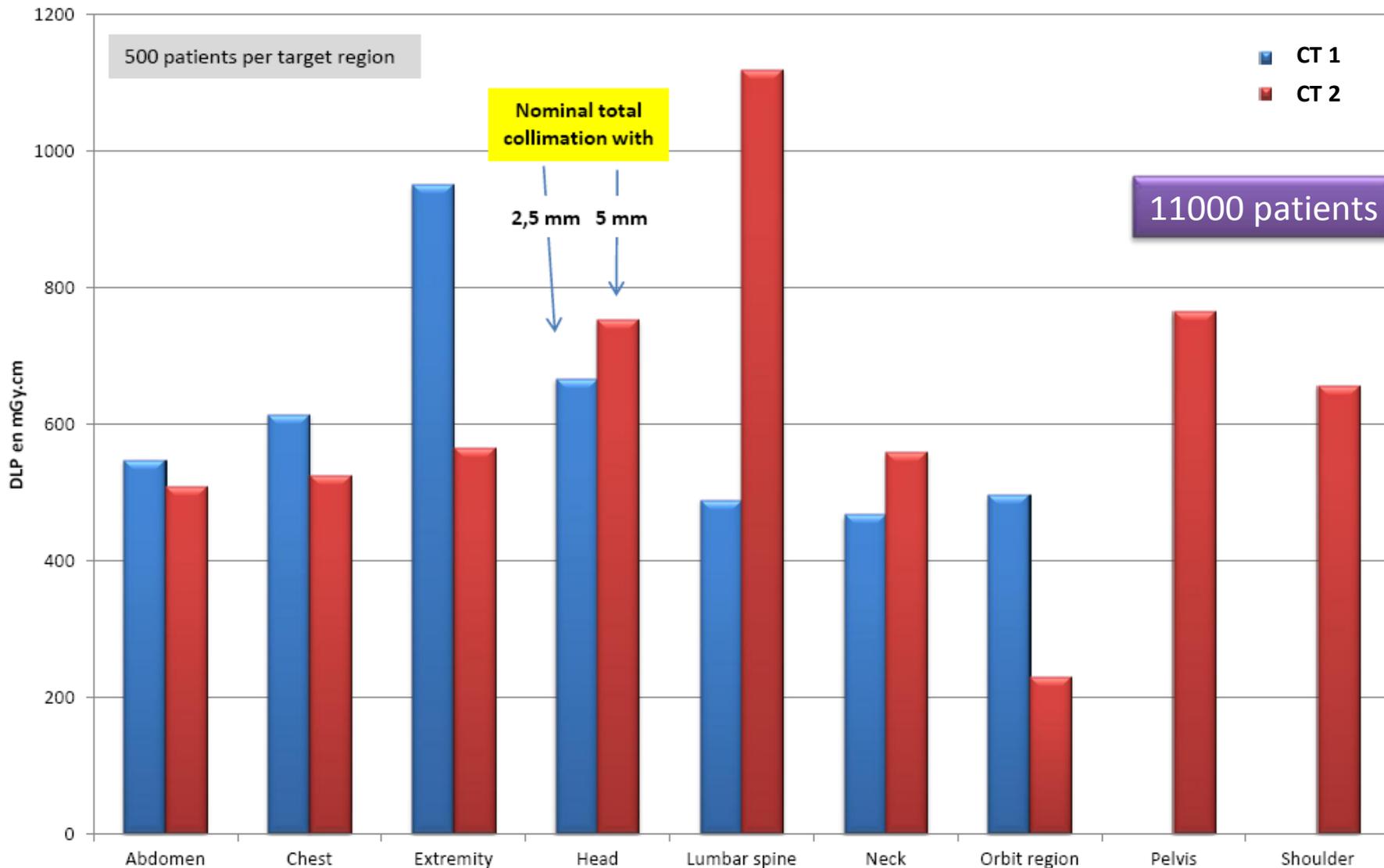
n = 4728

CTDI vol
Avant et après optimisation

■ Après optimisation
■ Avant optimisation



Comparaison de 2 équipements identiques – 2 ingénieurs d'application différents



Résultats : NIVEAU 2 ... Benchmarking sur les protocoles (Cockpit de dosimétrie)

Scanner 1

Acquisition type: Spiral
 Institution name:
 Model:

Étiquettes de lignes	Mean DLP	Mean CTDIvol	Number of patients
Abdomen	508,9	11,0	624
Chest	524,1	10,4	356
Extremity	565,1	33,9	109
Head	752,9	41,2	103
Lumbar spine	1120,1	52,0	185
Neck	558,8	30,8	54
Orbit region	229,8	20,8	1099
Pelvis	765,0	30,5	52
Shoulder	657,1	51,1	123
Total général	463,5	22,4	2705

Pitch factor

- 0,52
- 0,53
- 0,98
- 1,38
- 0,2
- 0,22
- 0,24
- 0,88

Nominal single collimati...

- 0,62
- 1,25
- (vide)

Nominal total collimatio...

- 2,5
- 5
- 10
- 20
- 40
- 1,25
- 35
- 100

KVP

- 80
- 100
- 120
- 140
- (vide)

Max X-ray tube current

- 540
- 550
- 570
- 585
- 590
- 600
- 610
- 615
- 620

Exposure time/rotation

- 0,4
- 0,5
- 0,6
- 0,7
- 0,8
- 1
- 0,35
- 0,9

Scanner 2

Acquisition type: Spiral
 Institution name:
 Model:

Étiquettes de lignes	Mean DLP	Mean CTDIvol	Number of patients
Abdomen	548,1	12,2	542
Chest	614,1	18,0	592
Extremity	951,0	8,4	40
Head	667,3	37,9	344
Lumbar spine	488,9	20,3	3
Neck	467,4	24,8	59
Orbit region	496,0	26,7	8
Total général	605,3	20,4	1588

Pitch factor

- 0,2
- 0,22
- 0,24
- 0,52
- 0,53
- 0,98
- 1,38
- 0,88

Nominal single collimati...

- 0,62
- 1,25
- (vide)

Nominal total collimatio...

- 1,25
- 2,5
- 5
- 10
- 20
- 35
- 40
- 100

KVP

- 100
- 120
- 140
- 80
- (vide)

Max X-ray tube current

- 530
- 535
- 540
- 545
- 550
- 555
- 570
- 580
- 585

Exposure time/rotation

- 0,35
- 0,4
- 0,5
- 0,6
- 0,7
- 0,8
- 0,9
- 1

Résultats : NIVEAU 2 ... un exemple en mammographie

4 mammo. numériques identiques dans le même service

+ 18000 PATIENTES

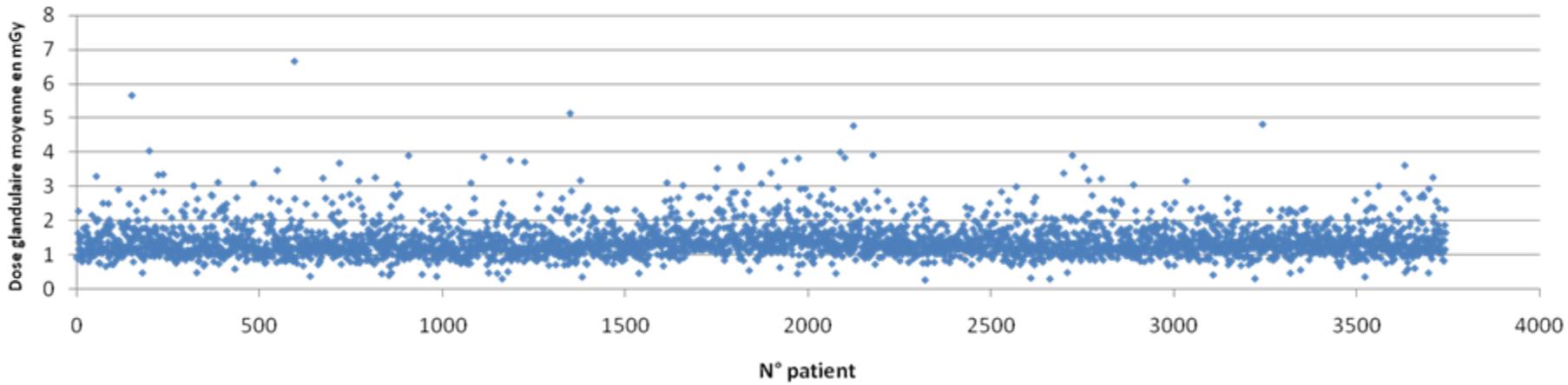
La dose est 14 % plus élevée sur le mammographe 2...

ORGANDOSE (Plusieurs éléments)

Modalités	Mean ORGANDOSE	Min ORGANDOSE	Max ORGANDOSE	Nombre de patientes
Mammo1	0,0591	0,0089	0,2517	1220
Mammo2	0,0640	0,0088	0,3604	502
Mammo3	0,0589	0,0107	0,1552	460
Mammo4	0,0561	0,0070	0,2706	1563
Total général	0,0585	0,0070	0,3604	3745

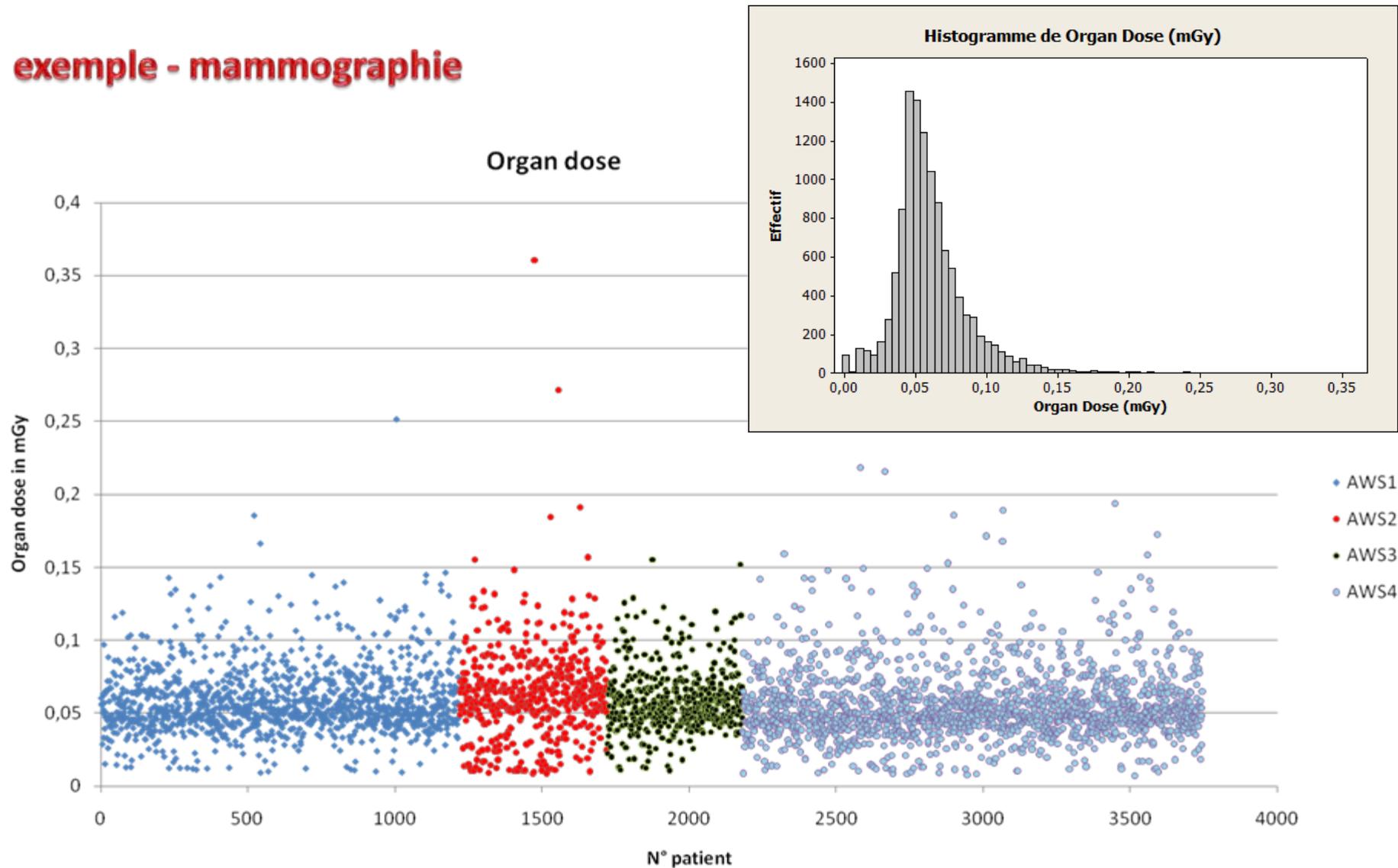
organ dose en dGy

Dose glandulaire moyenne - mGy



Exemple de surveillance dosimétrique en mammographie

exemple - mammographie

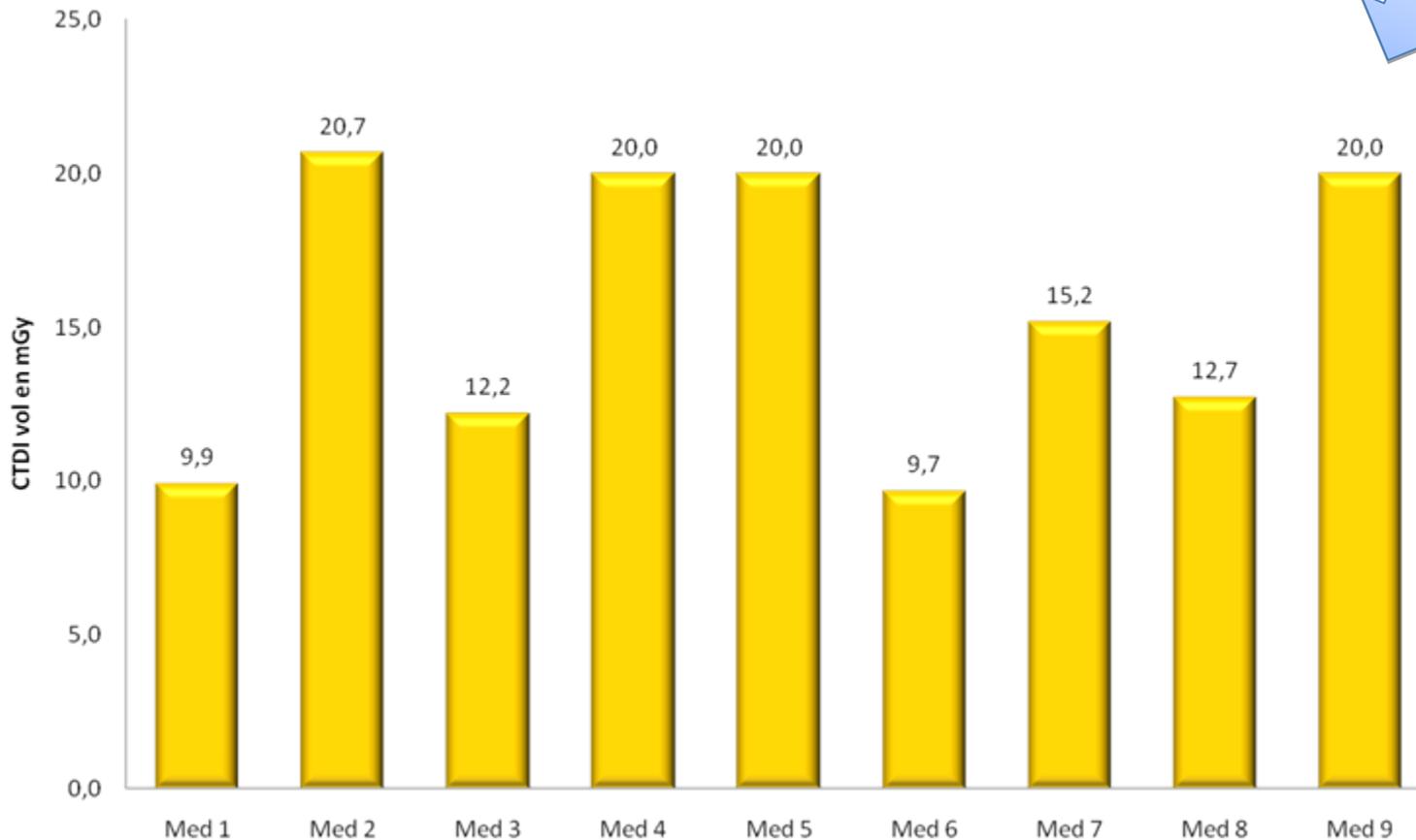


REX pour la formation :



Correction des dispersions de dose entre praticiens

Scanner Abdomino-pelvien - Dose en fonction du praticien





2010-05-15 10:56:48

Study instance UID: 1.2.840.113619.2.55.3.2474945792.236.1273901525.114
Study ID: 36687
Accession number: 1005150060
SOP class: 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.88.22
Modality: SR
Local study description: SCANNER THORACIQUE
Standard study description: Scanner thoracique
Protocol name: 7.2 RACHIS LOMBAIRE

Patient adressé pour un scanner thoracique



Institution

Name: Hospital 1
Address:
Department's name:

Device

Manufacturer:
Model: LightSpeed VCT
Station name: ct02
Performed Station AE title:
Retrieve AE title:

Protocole utilisé : Rachis Lombaire !

Physicians

Requesting physician:
Referring physician: B****H D*n
Performing physician:

Dosimetric informations

Total DLP: 5113.92
Total number of irradiations: 3

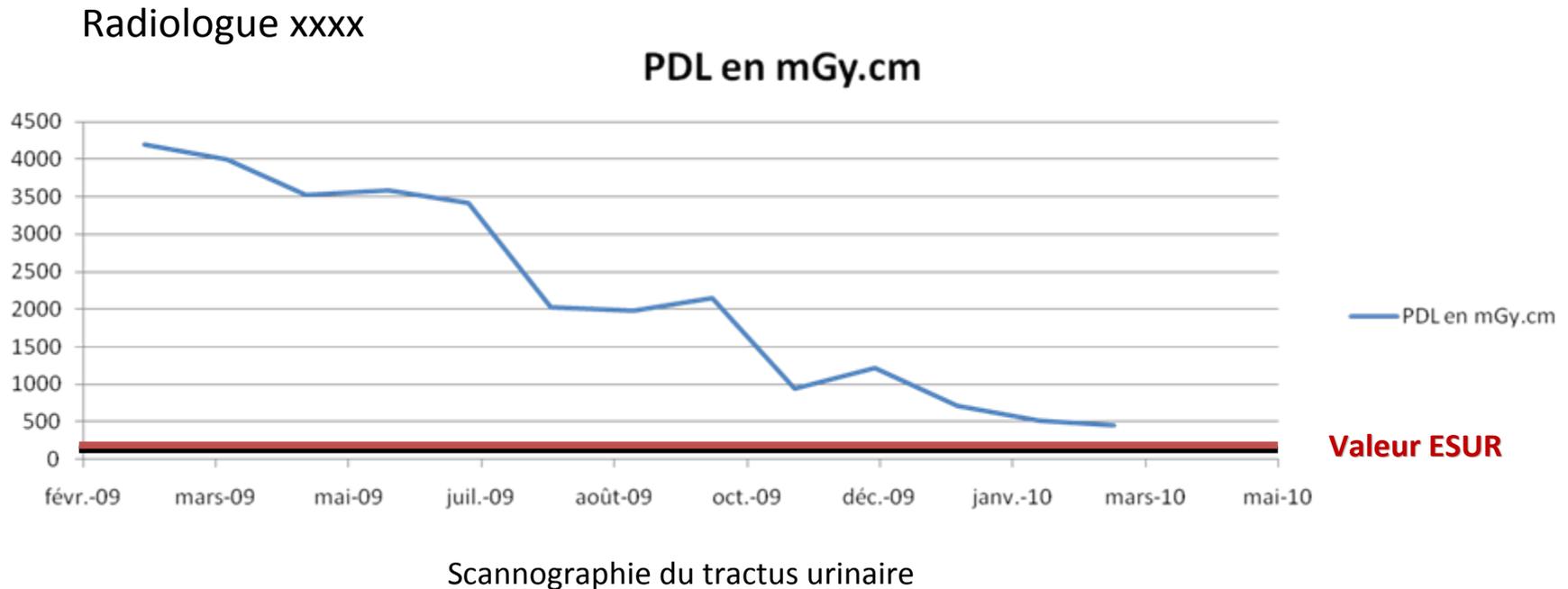
Au lieu de 250 mGy.cm !

Acquisition parameters

Acquisition type	Target region	Exposure time (s)	Scanning length (mm)	Nominal single collimation width (mm)	Nominal total collimation width (mm)	Number of X-ray sources	Identification of X-ray source	KVP	Maximum X-ray tube current (mA)	X-ray tube current (mA)	Pitch factor	Exposure time / rotation (s)	Mean CTDI vol	CTDi Phantom type	DLP (mGy.cm)
Spiral	Lumbar spine	21.95	524.8	0.62	5.0	1	1	140.0	540	519.3	0.52	0.8	90.36	IEC Dosimetry Phantom	5113.92
Constant Angle	Lumbar spine	7.0	700.0	1.25	700.0	1	1	80.0	20	20					
Constant Angle	Lumbar spine	7.0	700.0	1.25	700.0	1	1	120.0	80	80					

Le système de « valeur dosimétrique cible » permet d'amener l'opérateur progressivement vers la bonne pratique

Evaluation par praticien



.... Concept des NRD appliqué à la dose par indication clinique

CONCLUSION



La dose patient doit réellement être une préoccupation majeure !

Tout doit être mis en œuvre pour enrayer l'escalade des doses collectives

Pour cela ...



La mise en place d'une **vraie démarche d'optimisation** (qui passe par une implication forte du radiophysicien dans le service ...)



En complément de cette démarche, les **développements technologiques actuels** sur les équipements et **l'utilisation d'un système de tracking de dose** permettent :

- un contrôle précis par l'opérateur de la dose, en fonction de l'indication clinique
- la prise en charge des examens de routine avec une productivité accrue
- d'ouvrir toute une perspective de thèmes de recherche (imagerie fonctionnelle)

Par une optimisation sérieuse et adaptée et des choix technologiques judicieux, le problème de la dose patient notamment au scanner peut être maîtrisé tout en conservant les indications actuelles et une excellente pertinence diagnostique