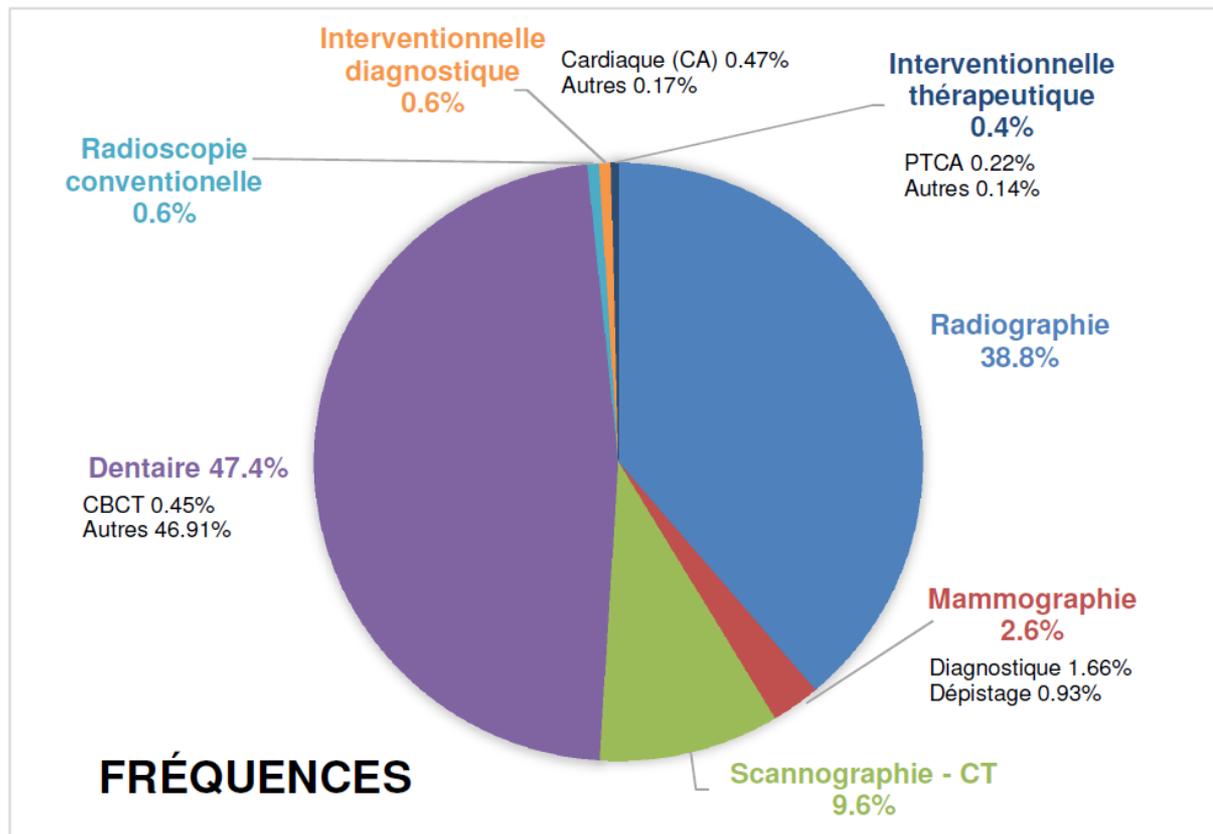


Bilan des expositions du personnel et du patient en imagerie. Qui est exposé et à quels niveaux ?

Exposition de la population Suisse

Figure 4 : Décomposition des séances radiologiques en fréquence par modalité



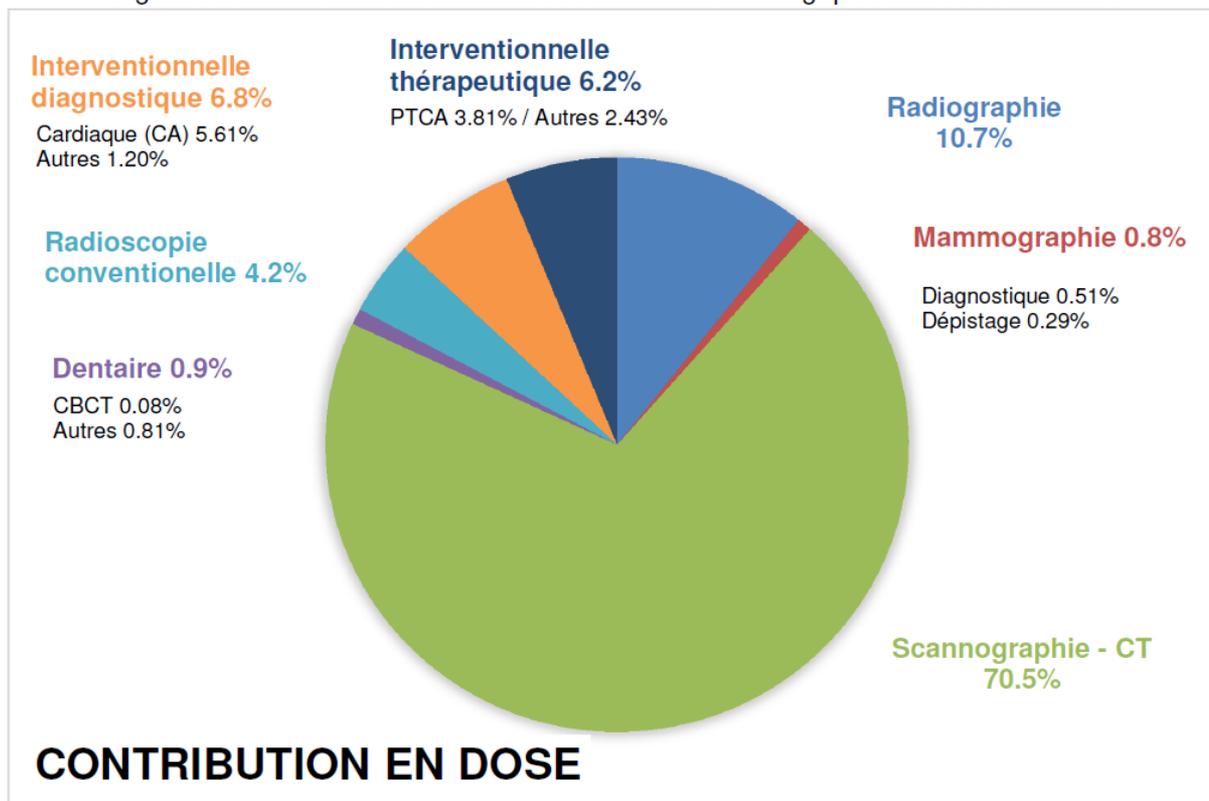
*Exposition médicale ~20%
Fréquence examens utilisant
la radioscopie ~ 1.6 %*

Exposition de la population suisse aux rayonnements ionisants en imagerie médicale en 2013

R. Le Coultre, J. Bize, M. Champendal, D. Wittwer, P. Trueb, F.R. Verdun
Juillet 2015

Exposition de la population Suisse

Figure 5 : Contribution de chacune des modalités radiologiques à la dose collective



Pourcentage contribution à la dose ~ 17%

Tableau 5 : Dose [mSv] annuelle par habitant et par modalité pour 4 études différentes

	Suisse 2008	Suisse 2013	France 2012	Allemagne 2012
Radiographie et radioscopie	0.36	0.41	0.34	0.67
Radiologie dentaire	0.01	0.01	0.003	0.005
Scanographie	0.80	1.00	1.14	1.15
TOTAL*	1.20	1.42	1.47	1.80

*Total incluant plus de modalités, mais sans la médecine nucléaire.

Exposition de la population suisse aux rayonnements ionisants en imagerie médicale en 2013

R. Le Coultre, J. Bize, M. Champendal, D. Wittwer, P. Trueb, F.R. Verdun
Juillet 2015

La radioscopie

La radioscopie (fluoroscopie) est un type d'imagerie médicale qui montre une image radiographique continue sur un moniteur. Lors d'une procédure de radioscopie, un faisceau de rayons X passe à travers le corps. L'image est transmise à un moniteur de sorte que le mouvement d'une partie du corps ou d'un instrument ou agent de contraste à travers le corps peut être vu en détail.

La radioscopie est utilisée dans une grande variété d'examens et de procédures pour diagnostiquer ou traiter les patients.

- ❖ La radioscopie conventionnelle: comprenant les examens de suivi des systèmes digestifs, biliaires, urinaires, ...
- ❖ La radioscopie interventionnelle à visée diagnostique: angiographies coronariennes (CA), autres angiographies (rénales, pulmonaire...).
- ❖ La radioscopie interventionnelle à visée thérapeutique: angioplasties coronariennes transluminales percutanées (PTCA), embolisation hépatique,...
- ❖ La radioscopie au bloc opératoire: chirurgie orthopédie, viscérale, urologie, neurochirurgie,...

Exposition du personnel



Exposition du personnel

Problèmes de la fluoroscopie à l'extérieur du département d'imagerie:

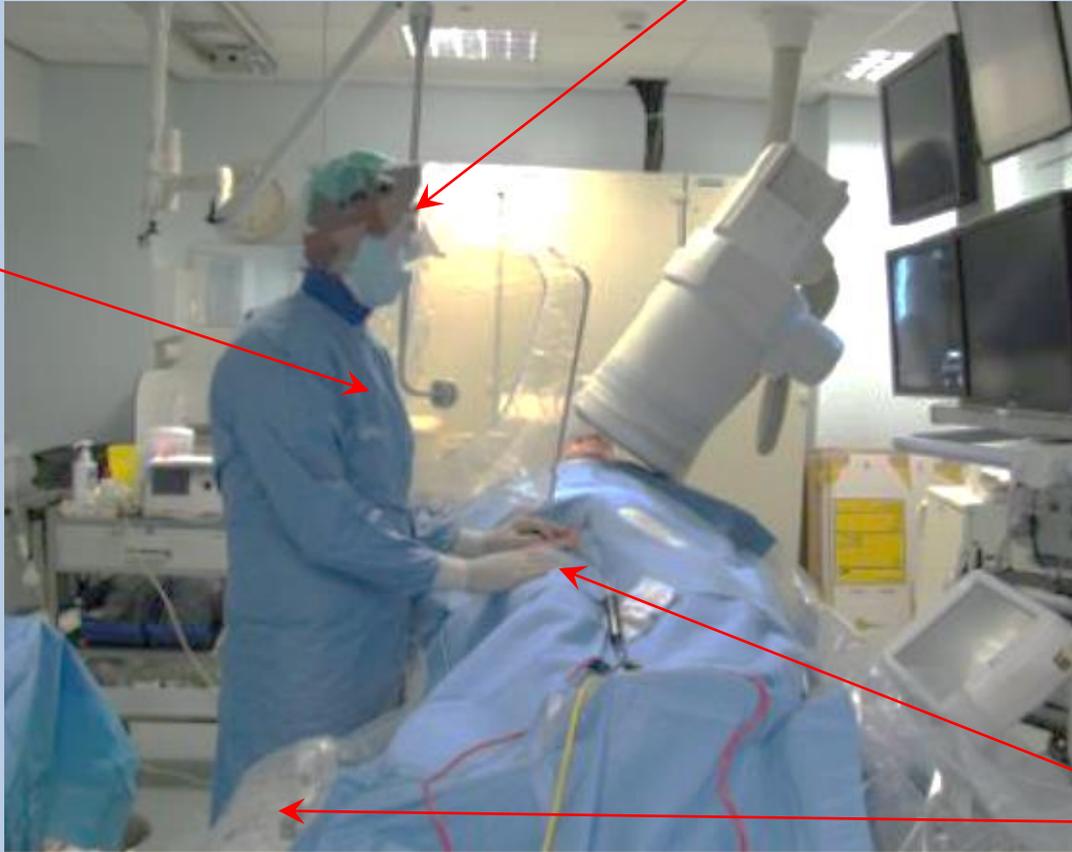
- *L'autorisation et expertise appartient généralement au département d'imagerie*
- *Manque de formation en protection des utilisateurs personnes pouvant accroître le risque radiologique pour les travailleurs et les patients.*
- *Manque de moyens de radioprotection collectifs (vitre plombée, jupette,...)*



Exposition du personnel

Corps
entier

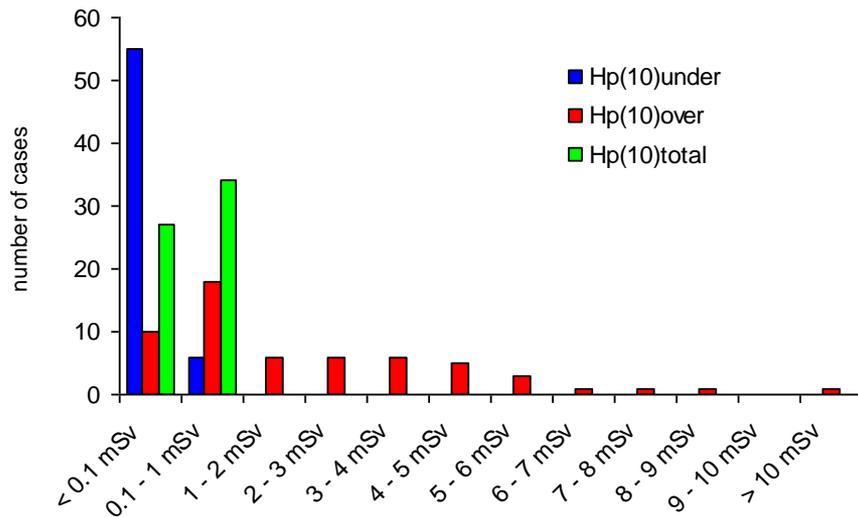
Cristallin



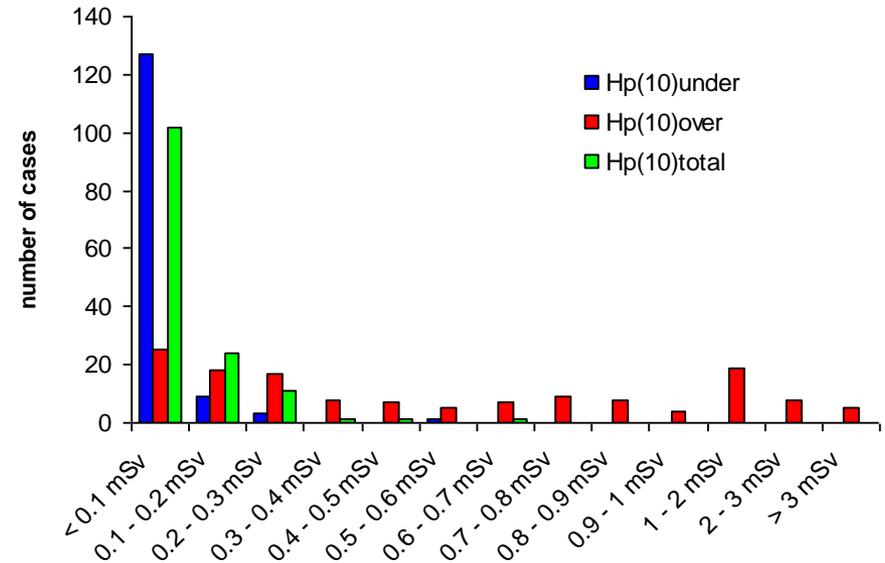
Extrémités

Niveau d'exposition du personnel - *corps entier*

20 radiologues (9 mois)



30 cardiologues (14 mois)



Sur Tablier

- dose moyenne 2.13 mSv/mois
- dose maximale de 10.8 mSv/mois

Sous Tablier

- dose moyenne 0.01 mSv/mois
- dose maximale 0.2 mSv/mois

Sur Tablier

- dose moyenne 0.75 mSv/mois
- dose maximale de 7 mSv/mois

Sous Tablier

- dose moyenne 0.02 mSv/mois
- dose maximale 0.3 mSv/mois

Niveau d'exposition du personnel - *corps entier*

28 interventional radiologists from 10 hospitals

Table 2. Statistics for Monthly Readings of Hp(10) for Over- and Under-apron Readings and Hp(0.07) for Extremities

Measurement	Under Apron	Over Apron	Extremities
Total readings	752	287	647
Monthly reading (mSv)			
Minimum	0	0.3	0.3
Maximum	3.8	20.2	63.1
Average	0.2	2.7	8.8
SD	0.3	2.7	11.3
First quartile	0	1.2	1.2
Median	0.1	1.9	4.1
Third quartile	0.2	3.2	12.1
95th percentile	0.7	7.5	34

Hp(0.07) = dose equivalent at a body depth of 0.07 mm,
Hp(10) = dose equivalent at a body depth of 10 mm.

J Vasc Interv Radiol 2012; 23:1496–1501

Niveau d'exposition du personnel - *extrémités + yeux*



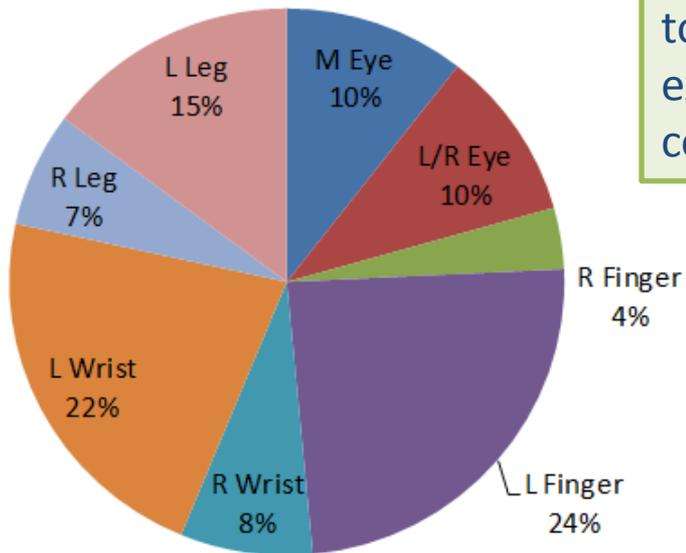
Radiologie + cardiologie
interventionnelle

The aim was to evaluate extremity and eye lens doses of medical staff.

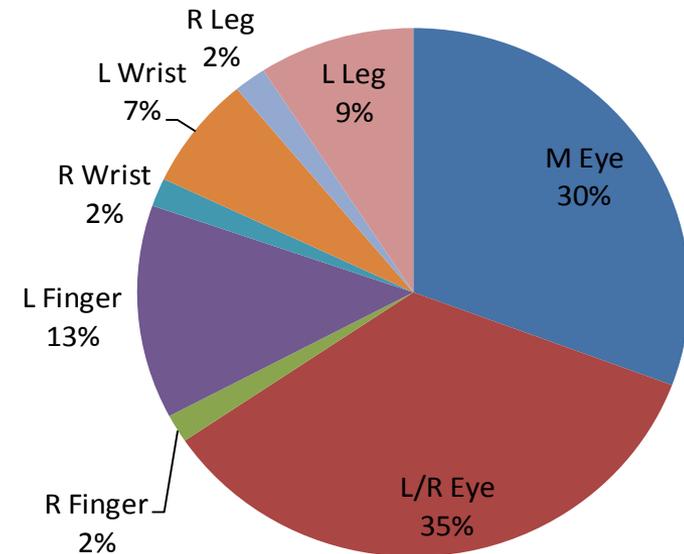
Data comes from:

- 42 hospitals/rooms across Europe
- 6 different European countries
- 1329 procedures

2008-2011



Côté gauche
toujours plus
exposé que
côté droit



Fréquence de la localisation de la dose maximum

Fréquence de la localisation de la dose maximum quand les limites annuels sont considérés (500 mSv extrémités, 150 mSv yeux)

L'exposition du cristallin

➤ En avril 2011 la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) a révisé son seuil de dose pour l'induction de la cataracte.

Elle a précisé une **limite de 0,5 Gy** très inférieure aux doses de seuil fixés *auparavant* de:

- *5 Gy pour les expositions aiguës*
- *> à 8 Gy pour les expositions fractionnées.*

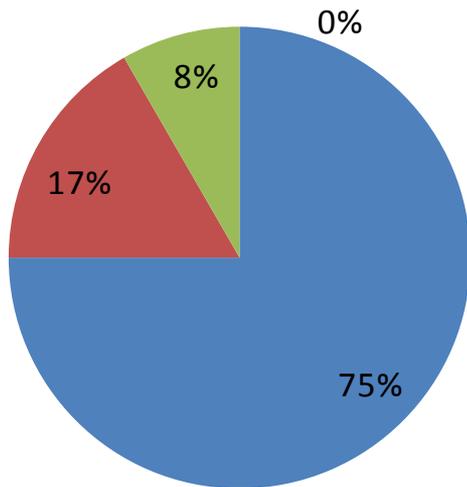
=> CIPR propose une réduction de la limite annuelle de dose équivalente pour le cristallin de 150 mSv à 20 mSv, ou à 100mSv sur une période de 5 années consécutives, pour autant que la dose reçue au cours d'une année ne dépasse pas 50mSv.

Niveau d'exposition du personnel - yeux

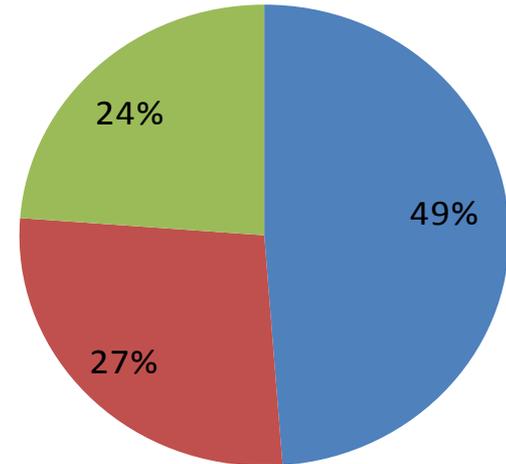


2008-2011

limite 150 mSv



limite 20 mSv



■ <15 mSv ■ 15 mSv < Hp < 45 mSv
■ 45 mSv < Hp < 150 mSv ■ >150 mSv

■ <2 mSv ■ 2 mSv < Hp < 20 mSv ■ >20 mSv

Réduction limite de dose au cristallin

La réduction de la limite de dose au cristallin pour les personnes professionnellement exposés aux radiations ionisantes a des fortes implications pour son application dans les situations d'exposition planifiées et a besoin:

- d'une approche adéquate pour la dosimétrie
- détermination d'une protection adéquate pour le cristallin.



Repères
Le magazine d'information du CRISTALLIN de radioprotection et de sûreté nucléaire L'IRSN
N°22
juillet 2014

L'ASSEMBLÉE
A quoi sert-il d'être agréé ?

CRISTALLIN
Expertiser la sûreté du réacteur

Cristallin
Les yeux sous haute radioprotection

La limite d'exposition du cristallin aux rayonnements ionisants pour les travailleurs va bientôt être abaissée. A quel risque répond cette modification ? Comment la mettre en œuvre ? L'IRSN et ses partenaires se mobilisent pour approfondir les connaissances scientifiques dans ce domaine et aider les professionnels à se protéger.

TO | Repères N°22 | Juillet 2014

Comment faut-il évaluer la dose au cristallin

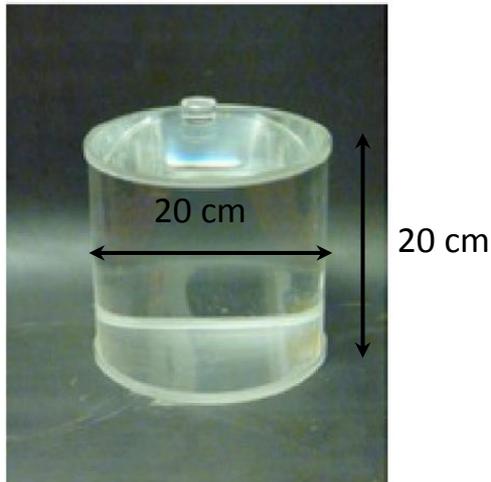
1. Dosimètre dédié
2. Dosimètre corps entier placé au niveau thorax ou thyroïde:
 - études de poste -> déterminer de façon individuelle un facteur de passage (thorax/thyroïde -> cristallin)
 - selon activité professionnelle -> des facteurs de passage génériques existent (thorax/thyroïde -> cristallin)

ATTENTION il ne faut pas oublier d'appliquer des corrections si les moyens de protection sont utilisés
3. Utilisant la dose moyenne par procédure et multiplier par le nombre de procédures effectuées annuellement OU utilisant des facteurs de conversion du DAP à la dose au cristallin

1. Dosimètre dédié

Mesure la plus fiable

- Etalonnage
- Position du dosimètre le plus près possible des yeux sous la protection
- Un dosimètre de plus...



Fantôme proposé par ORAMED

23 pays EU - 108 réponses

EURADOS →

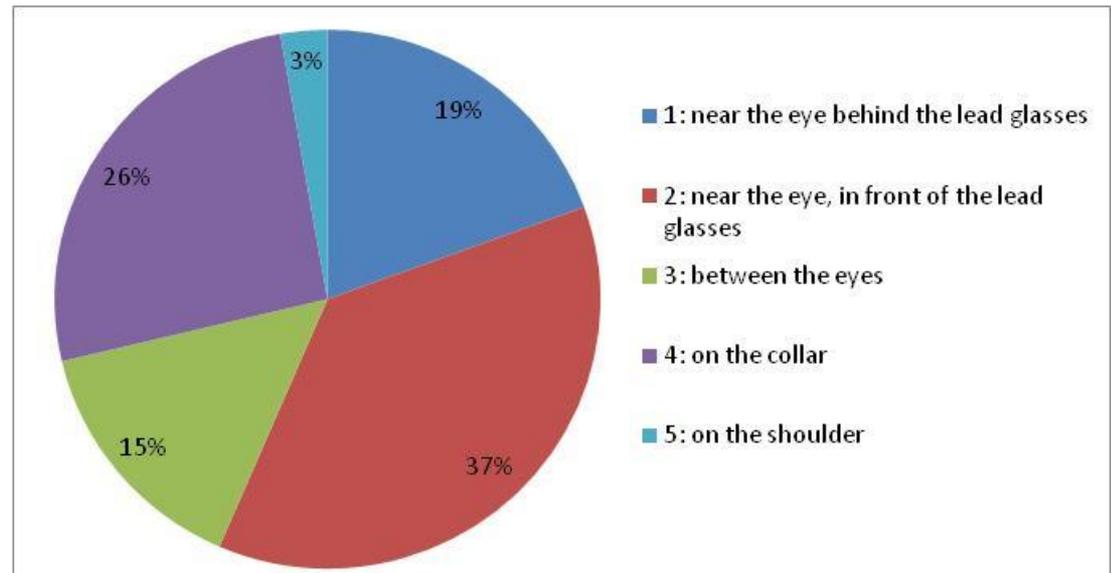


Figure 5: Percentage of responses received about the position of eye lens dosimeters (Number of answers: 108)

2. Dosimètre corps entier

Table 1. Ratio of eye lens to thyroid doses for various interventional procedures encountered in the literature.

Ratio (eye lens/thyroid)	Procedure	Reference
0.87	Interventional cardiology and radiology procedures	Vañó <i>et al</i> (1998)
0.68	Interventional cardiology and radiology procedures	Häusler <i>et al</i> (2009)
0.73	Interventional cardiology and radiology procedures	Covens <i>et al</i> (2007)
0.44	Interventional cardiology and radiology procedures	Kicken <i>et al</i> (1999)
1.45	Interventional cardiology	Bor <i>et al</i> (2009)
0.49	Interventional cardiology pediatric procedures	Li <i>et al</i> (1995)
0.54	Interventional cardiology procedures	Janssen <i>et al</i> (1992)
1.86	Electrophysiology procedures	Efstathopoulos <i>et al</i> (2006)
0.75	Interventional radiology, Monte Carlo simulations	Clerinx <i>et al</i> (2008)
1.22	ERCP (overcouch tube)	Buls <i>et al</i> (2002)
1.07	Orthopaedic procedures, ERCP	Olgar <i>et al</i> (2009)
0.54	Nephrolithotomy	Safak <i>et al</i> 2009
1.46	Hysterosalpingography (overcouch tube)	Suliman <i>et al</i> 2008
0.38	Vertebroplasty	Harstall <i>et al</i> 2005
0.88	CT guided interventions	Nico Buls <i>et al</i> 2003
Ratio (eye lens/chest)	Procedure	Reference
0.52	Electrophysiology procedures	Efstathopoulos <i>et al</i> (2006)
0.75	Interventional cardiology	Lie <i>et al</i> (2008)
0.74–1.77	48 measurements for left and right eye and left middle and right position of the personal dosimeter	Farah <i>et al</i> (2013)

Facteur de passage de 0.75
Attention c'est fortement dépendant de: pratique, positionnement, ...

*Eleftheria Carinou et al. : Eye lens monitoring for interventional radiology personnel: dosimeters, calibration and practical aspects of Hp(3) monitoring. A 2015 review
 J. Radiol. Prot. 35 (2015) R17–R34*

3. Dose par procédure ou avec facteur de passage

Facteur générique

1 $\mu\text{Sv}/\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$ si utilisation des moyens de protection
 10 $\mu\text{Sv}/\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$ si pas d'utilisation de moyens de protection

Table 1. Typical measured eye lens dose levels and eye lens dose normalized to respective kerma-area product in interventional radiology procedures with additional information about the use or not of protective tools

Type of Procedure	Eye Lens Dose per Procedure (μSv)	Eye Lens Dose / P_{KA} ($\mu\text{Sv}/\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$)	Measurement Details	Reference
Various interventional radiology procedures, with protective tools	47 (0-557)	1.19	25 procedures, few cases per procedures	[15]
Hepatic chemoembolization	270-1,070 / 16-64 (unprotected / protected)	-	With phantom, different acquisition modes	[36]
Iliac angioplasty	250-1,110 / 15-66 (unprotected / protected)	-		[36]
Neuroembolization (head)	1,380-5,600 / 83-336 (unprotected / protected)	-		[36]
TIPS creation	410-1,860 / 25-112 (unprotected/protected)	-		[36]
Anesthesiology, various procedures	44	0.278-1.305	Simulations, 31 cases	[37]
Gastroenterology, ERCP	90/10 (unprotected, overcouch/undercouch)	0.98-1.4/14-21 (unprotected, undercouch/overcouch)	62 cases	[38]
Vascular surgery, EVAR	10 (unprotected)	-	149 cases	[39]
Urology, various procedures	26 (unprotected)	-	20 cases	[40]
Urology, percutaneous renal calculus removal	100 (unprotected)	-	102 cases	[41]
Orthopedic surgery, various procedures	50 (unprotected)	-	204 cases	[42]
CT fluoroscopy, various procedures	7-48	-	220 cases	[17]
CT-guided interventions	3.5 (0.2-39.9)	-	89 cases	[16]
Various procedures	-	0.47-0.84	1,300 cases	[43]

Note: EVAR = Endovascular aneurysm repair; ERCP = Endoscopic retrograde cholangio-pancreatography; P_{KA} = kerma-area product; TIPS = Transjugular intrahepatic portosystemic shunt.

Table 2. Typical measured eye lens dose levels and eye lens dose normalized to respective kerma-area product in interventional cardiology procedures with additional information about the use or not of protective tools

Type of Procedure	Eye Lens Dose Per Procedure (μSv)	Eye Lens Dose / P_{KA} ($\mu\text{Sv}/\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$)	Measurements Details	Reference
Interventional cardiology, first operator, various procedures, dose with protective tools	121 \pm 84 (4.5-370)	0.94 \pm 0.61	35 cases	[13]
	52 \pm 77 (4-644)	1.0	646 cases	[44]
	3.3-1,040	-	Literature survey, phantom and clinical, 3-1,532 cases per survey	[34]
	170 (53-460)	3.3-6.0	83 cases	[45]
Interventional cardiology, first operator, various procedures, dose without protective tools	13 (0-61)	1.37	7 cases	[15]
	72 (32-107)	0.86 (0.46-1.25)	166 cases	[14]
	66 (5-439)	1.0	Literature survey, 26 studies included	[12]
	-	1.0	1,300 cases	[32]
	15-53	-	164 cases	[46]
	23 (10-230)	0.4 (0.2-2.6)	144 cases	[47]
Interventional cardiology, first operator, various procedures, dose without protective tools	35 \pm 32 (per year)	4.2	using collar dosimeter	[48]
	-	10-11	EPD, 1,969 cases	[49]
	300-2,500	3.2-3.4	Multicentric phantom study, different complexities	[35]

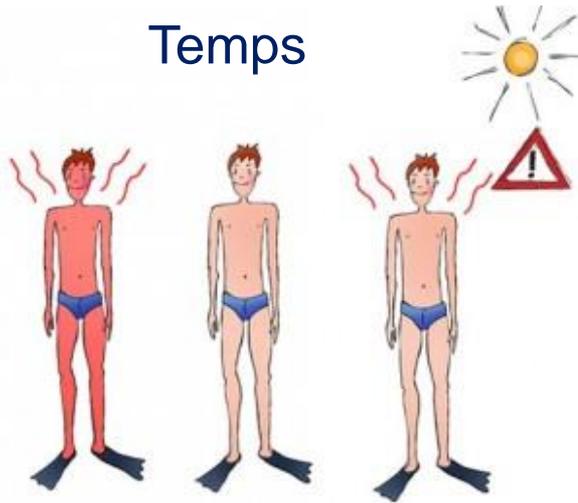
NOTE: EPD = electronic personal dosimeter; P_{KA} = kerma-area product.

O. Ciraj-Bjelac et al.: Occupational Exposure of the Eye Lens in Interventional Procedures: How to Assess and Manage Radiation Dose.

J Am Coll Radiol 2016

Protection du personnel

Temps



Distance



Positionnement

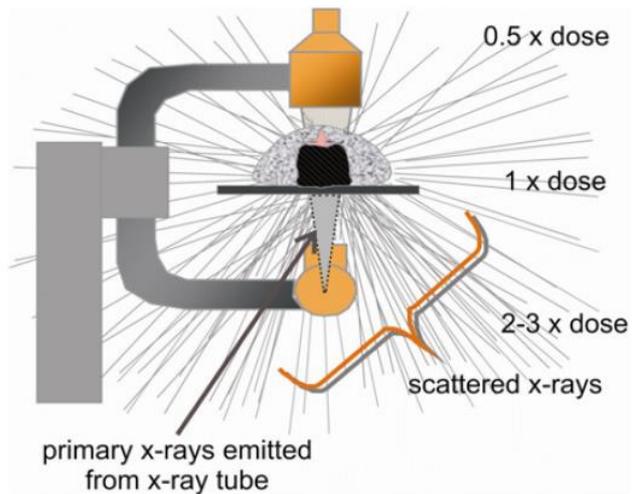


Fig. 3.7. Primary and secondary radiation, their distribution, and relative intensity.

Protection du personnel

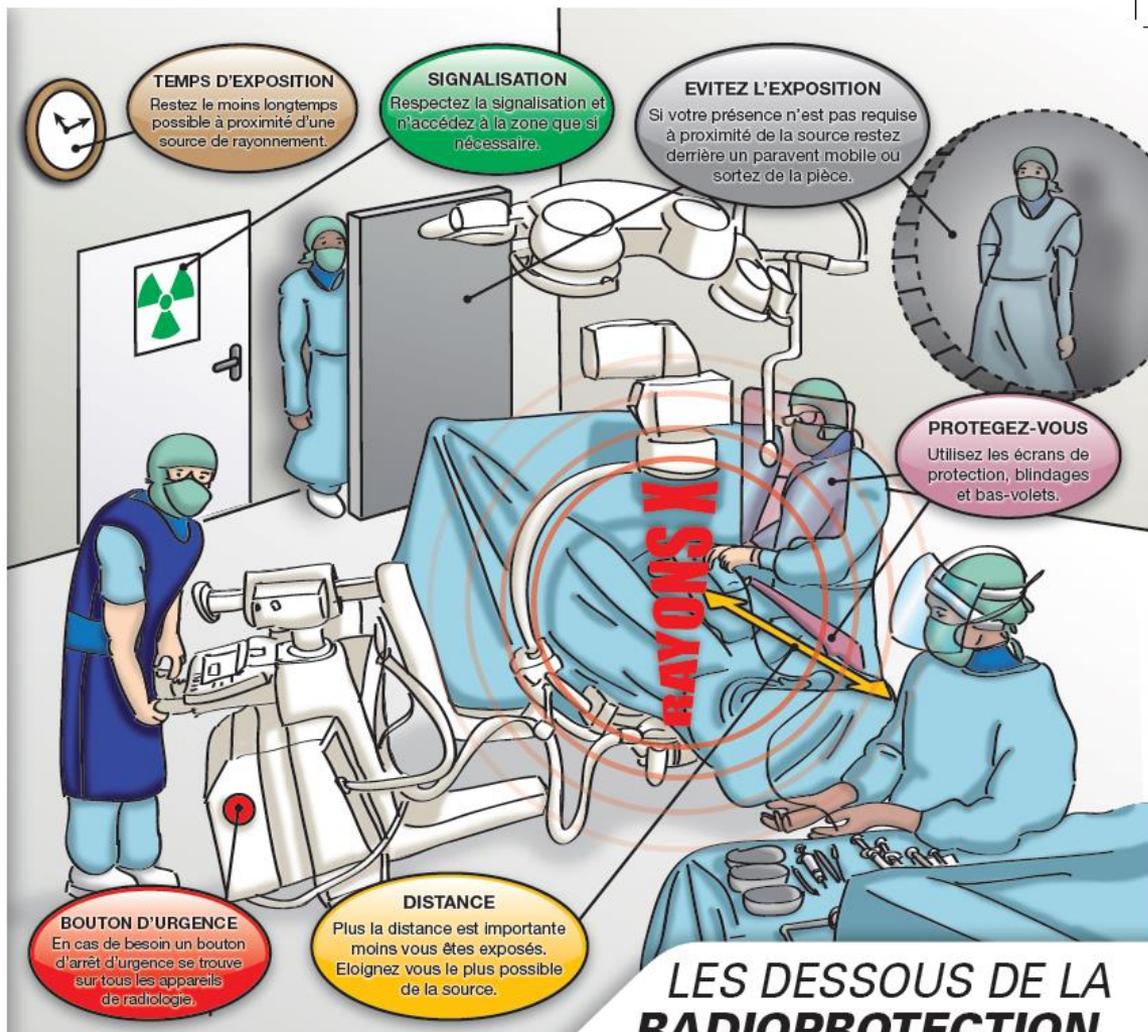
PROTECTIONS INDIVIDUELLES

Protégez-vous des rayons en portant toujours :
tablier plombé ajusté à votre taille, casque/lunettes
et cache-thyroïde.



CONTRÔLE D'EXPOSITION

Portez vos deux dosimètres (actif/passif) sous le tablier de protection afin de contrôler votre exposition aux rayons. Si vous devez mettre les mains dans le faisceau portez une bague dosimétrique.



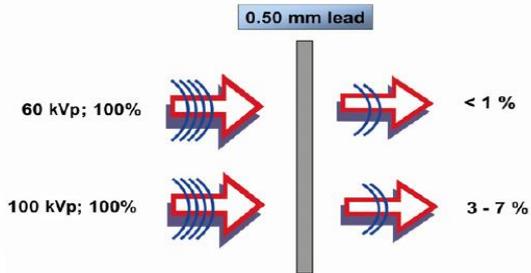
PROTECTIONS COLLECTIVES

Privilégiez au maximum les équipements collectifs pour vous protéger des rayons ionisants.

LES DESSOUS DE LA RADIOPROTECTION EN SALLE D'OPÉRATION

Protection du personnel - écrans

(a) Penetration measured with lead aprons



(b) Penetration measured with lead aprons

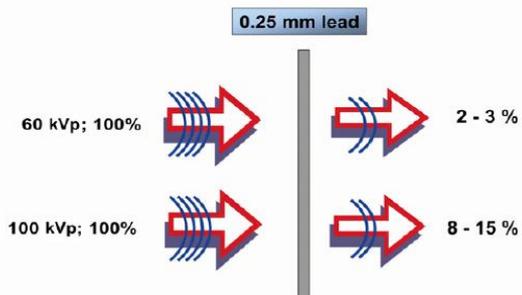


Fig. 3.8. Percent penetration of x rays of different kV through lead of (a) 0.5-mm thickness and (b) 0.25-mm thickness. The result will be different for different x-ray beam filtrations. Source: E. Vañó.



Lunettes - vitre plombée

Table 2. Reduction factors for various factors affecting the eye lens dose.

Factor affecting the eye lens dose	Reduction factor	Remark	Way of calculation	Reference
Lead glasses	5		Measurements on phantom and simulations	McVey <i>et al</i> (2013)
Lead glasses	8–10	Depending on the orientation of the operator's head and type of glasses	Measurements on phantom	Van Rooijen <i>et al</i> (2014)
Lead glasses	5–10	Depending on the position of the operator and beam angulation.	Measurements on phantom	Thornton <i>et al</i> (2010)
Lead glasses	8		Measurements	Moore <i>et al</i> (1980)
Lead glasses	8–10		Measurements	Vanhavere <i>et al</i> (2011)
Lead glasses	33	Fluoroscopy, cine cardiac imaging and digital subtraction angiography	Measurements with phantoms	Vano <i>et al</i> (2008)
Lead glasses	10	Various thicknesses of glasses, and positions of the operator	Simulations	Koukorava <i>et al</i> (2014)
Ceiling suspended screen	5.7		Measurements on phantom	van Rooijen <i>et al</i> (2014)
Ceiling suspended screen	2.3	Average of 25 setups	Simulations	Koukorava <i>et al</i> (2014)
Ceiling suspended screen	3		Measurements on operators	Vañó <i>et al</i> (1998)
Ceiling suspended screen	1.3–14	Depending on beam angle and position of the shield	Simulations	Koukorava <i>et al</i> (2011)
Ceiling suspended screen	30	Depending on tube orientation	Measurements with phantoms	Galster <i>et al</i> (2013)
Ceiling suspended screen	33	With the assumption that the screen is not always used throughout the procedure	Measurements with phantoms	Vano <i>et al</i> (2008)
Ceiling suspended screen	20	Depending on angle of incidence and body height	Measurements (Scatter entrance skin air kerma to the operator position)	Kuon <i>et al</i> (2003)
Ceiling suspended screen	1.5–4		Measurements	Vanhavere <i>et al</i> (2011)
Ceiling suspended screen	2–7		Measurements and simulations	Carinou <i>et al</i> (2011)
Lead drapes	5–25		Measurements on phantoms	Thornton <i>et al</i> (2010)
Combination of lens glasses and lead drapes	25–143		Measurements on phantoms	Thornton <i>et al</i> (2010)

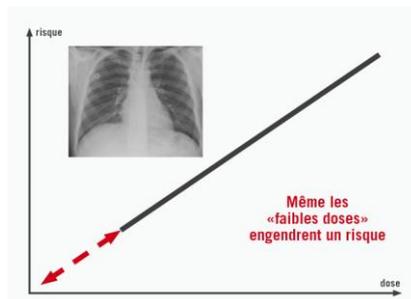
Lunettes réduisent les doses d'un facteur entre 5 et 33 fois (plus fréquent entre 8 et 10).

Vitre plombée suspendue au plafond réduit les doses d'un facteur entre 1.2 et 33 (plus fréquent entre 3 et 11)

Eleftheria Carinou et al. : Eye lens monitoring for interventional radiology personnel: dosimeters, calibration and practical aspects of Hp(3) monitoring. A 2015 review J. Radiol. Prot. 35 (2015) R17–R34

Exposition du patient

- Effets stochastiques



- Réactions tissulaires (cataracte, stérilité, irradiation peau,...)

Effet	Dose de seuil (Gy)	Délai d'apparition
Erythème transitoire	2	Quelques heures
Epilation temporaire	3	3 semaines
Erythème principal	6	10 jours
Epilation permanente	7	3 semaines
Desquamation sèche	10	4 semaines
Atrophie du derme	11	> 14 semaines
Télangiectasie	12	> 52 semaines
Desquamation humide	15	4 semaines
Erythème tardif	15	6 à 10 semaines
Nécrose	18	> 10 semaines



Exposition du patient - *Surexpositions*

Récapitulatif des cas d'accidents de surexposition 1980-2013

64% des cas de surexposition se sont produits dans le milieu médical: en radiothérapie et lors de l'utilisation de la fluoroscopie

La plus grande partie des cas implique des patients et de surexposition de la peau (3Gy ou plus).

Characteristics of overexposure	Reported accidents n (%)	People overexposed n (%)	Deaths n (%)
Industrial	169 (27)	513 (22)	45 (24)
Local organ	1	1	0
Local skin	120	158	1
Local skin & Global	34	323	35
Global	14	31	9
Radiation therapy	202 (32)	1127 (47)	96 (51)
Local organ	129	407	3
Local skin	61	523	28
Local skin & Local organ	9	182	58
Local skin & Global	2	13	0
Local organ & Global	1	2	7
Fluoroscopy	194 (31)	400 (17)	0 (0)
Local organ	41	41	0
Local skin	152	358	0
Local organ & Global	1	1	0
Orphan source	32 (5)	225 (9)	37 (19)
Local skin	7	9	0
Local skin & Global	20	171	31
Global	5	45	6
Military	4 (1)	64 (3)	12 (6)
Local skin	1	1	0
Local skin & Global	1	59	10
Global	2	4	2
Other^a	33 (5)	61 (3)	0 (0)
Local organ	2	2	0
Local skin	29	57	0
Local skin & Global	1	1	0
Global	1	1	0
Total	634 (100)	2390 (100)	190 (100)

^a Scientific experiments and unknown causes.

Reported Radiation Overexposure Accidents Worldwide, 1980-2013: A Systematic Review

Karen Coeytaux, Eric Bey, Doran Christensen, Erik S. Glassman, Becky Murdock, Christelle Doucet

Niveau d'exposition du patient - *radiographie*

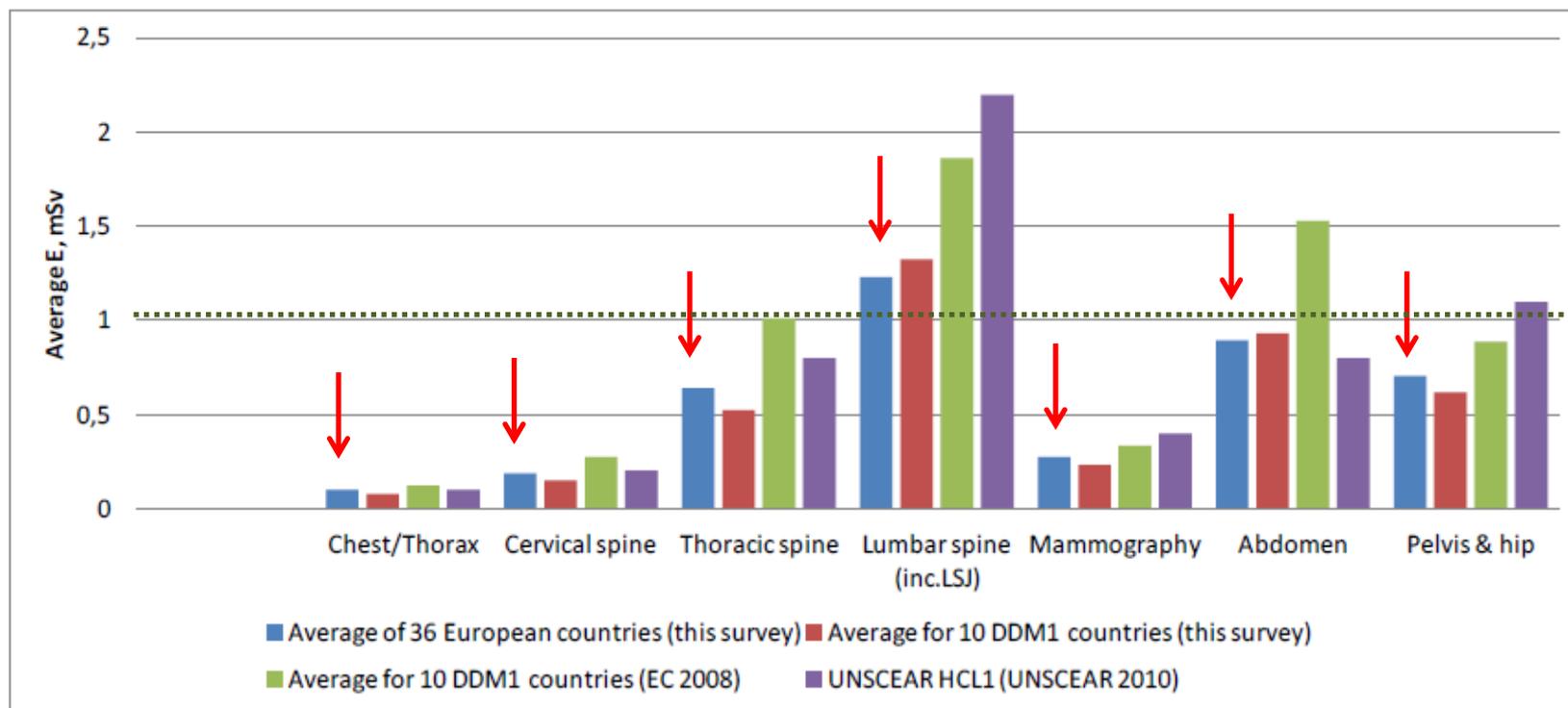


Figure 5.10. Average values of the typical effective doses (mSv) obtained in this study, compared with the earlier data from 10 European countries and UNSCEAR Health Care Level 1 (HCL1) countries; plain radiography,

Niveaux d'exposition du patient - *radioscopie*

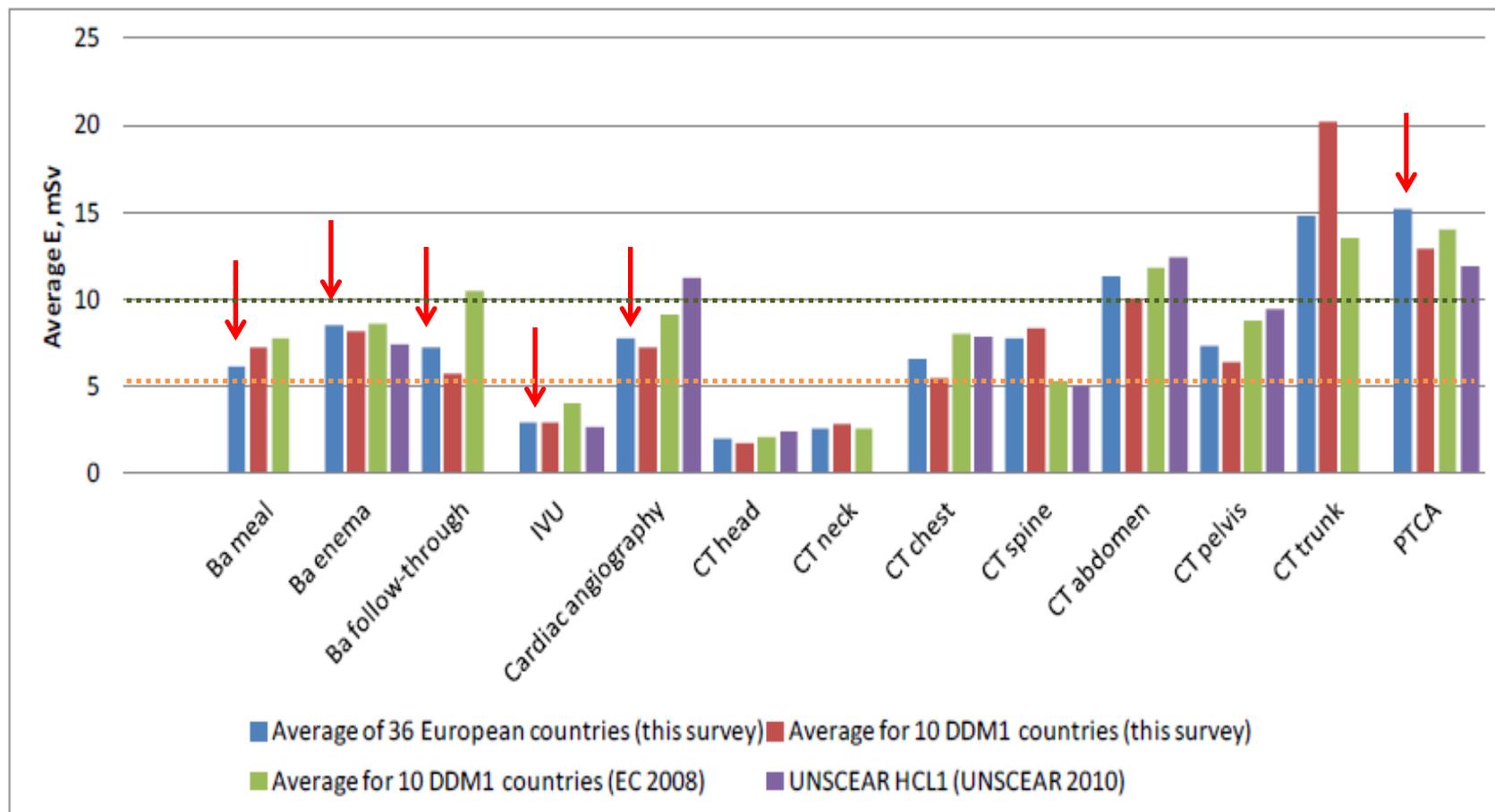


Figure 5.10. Average values of the typical effective doses (mSv) obtained in this study, compared with the earlier data from 10 European countries and UNSCEAR Health Care Level 1 (HCL1) countries; other Top 20 groups.

Niveaux d'exposition du patient

Table 5.10. The typical effective doses (mSv) estimated in European countries for plain radiography (Top 20 groups 1-7) (na: data not available)

Country	Chest/ Thorax	Cervical spine	Thoracic spine	Lumbar spine (inc.LSJ)	Mammo graphy	Abdomen	Pelvis & hip
AT	0,13	0,05	0,40	0,68	0,35	0,31	0,38
BE	0,09	0,17	0,48	3,15	0,02	0,68	0,73
BG	0,06	0,27	0,50	0,85	0,18	1,50	0,70
CH	0,05	0,10	0,44	1,63	0,16	0,78	0,94
CY	0,04	0,02	0,17	0,45	0,17	0,52	0,57
CZ	0,06	0,35	0,80	2,00	0,36	1,10	1,40
DE	0,22	0,29	0,54	1,35	0,12	0,86	0,69
DK	0,07	0,04	0,40	1,08	0,28	0,50	0,55
EE	0,10	0,27	1,00	1,90	0,33	1,50	0,90
EL	0,07	na	na	1,27	0,56	na	0,66
ES	0,06	0,09	0,23	0,89	0,28	0,69	0,55
FI	0,07	0,11	0,39	0,81	0,20	0,80	0,34
FR	0,05	0,30	0,50	1,55	0,15	1,90	1,10
HR	0,18	0,08	0,33	0,97	0,47	0,50	0,60
HU	0,25	0,40	1,20	1,50	0,40	1,50	1,50
IE	0,02	0,04	0,20	0,29	0,54	0,39	0,27
IS	0,14	0,14	0,77	1,98	0,22	2,93	0,75
IT	0,09	0,20	0,60	0,53	0,25	0,66	0,77
LT	0,16	0,27	0,76	1,09	0,03	0,17	0,28
LU	0,13	0,20	0,70	1,04	0,50	1,00	0,77
LV	na	na	na	na	na	na	na
MD	0,22	0,06	0,61	0,99	0,06	0,11	0,21
ME	0,26	0,11	0,38	0,75	na	0,51	0,80
MK	0,25	0,70	2,00	2,80	0,40	1,80	1,35
MT	0,02	0,33	1,45	1,24	0,13	0,26	0,53
NL	0,04	0,02	0,30	0,44	0,35	0,44	0,37
NO	0,07	0,07	0,49	1,36	0,15	1,25	0,41
PL	0,20	0,30	0,50	1,70	0,60	1,70	2,00
PT	0,06	0,05	0,57	1,07	0,13	0,72	0,82
RO	0,10	0,09	0,14	1,27	0,12	0,22	0,29
RS	0,04	0,12	0,62	0,93	0,22	0,44	0,30
SE	0,05	0,27	1,00	1,05	0,08	1,50	0,38
SI	0,05	0,07	0,37	0,80	0,41	0,42	0,52
SK	0,05	0,08	0,42	0,55	0,17	0,64	0,58
UA	0,10	0,70	2,00	2,50	0,40	1,80	1,60
UK	0,01	0,03	0,38	0,60	0,50	0,43	0,22
MEAN	0,102	0,188	0,636	1,230	0,273	0,898	0,709
MAX	0,26	0,70	2,00	3,15	0,60	2,93	2,00
MIN	0,01	0,02	0,14	0,29	0,02	0,11	0,21
MAX/MIN	18,6	41,2	14,2	10,9	35,3	27,9	9,7



Table 5.11. The typical effective doses (mSv) estimated in European countries for fluoroscopy and interventional radiology (Top 20 groups 8-12 and 20) (na: data not available)

Country	Ba meal	Ba enema	Ba follow- through	IVU	Cardiac angio- graphy	PTCA
AT	1,8	5,3	7,9	1,7	11,2	18,1
BE	6,2	10,4	6,8	5,6	10,0	10,0
BG	3,1	8,7	10,0	4,0	6,4	14,0
CH	12,0	12,0	3,8	2,1	11,2	17,0
CY	2,1	2,4	4,7	2,7	7,7	14,4
CZ	1,9	3,5	3,5	2,9	9,2	18,2
DE	12,5	11,4	7,0	3,1	9,0	11,7
DK	2,6	5,3	4,4	2,7	5,3	11,7
EE	7,7	8,6	10,0	4,0	9,1	14,0
EL	na	na	na	na	na	na
ES	4,9	8,3	7,7	2,5	4,9	19,0
FI	2,6	2,6	0,6	2,4	7,8	19,4
FR	12,0	12,0	4,1	2,6	11,2	22,0
HR	7,7	8,6	10,0	4,0	5,1	11,0
HU	10,9	12,2	9,2	4,2	7,3	21,0
IE	na	4,6	1,5	1,9	6,0	17,1
IS	3,4	25,2	6,6	3,4	4,6	11,9
IT	2,0	6,5	na	1,6	8,0	20,9
LT	3,1	7,2	1,9	3,3	9,5	13,0
LU	9,0	8,9	8,8	3,5	3,3	6,6
LV	na	na	na	na	na	na
MD	3,6	3,6	7,8	0,4	10,8	4,0
ME	8,6	7,2	5,3	3,6	8,0	29,0
MK	15,0	12,5	24,5	3,5	11,3	15,4
MT	0,8	4,0	1,2	1,5	8,8	15,2
NL	3,0	6,3	5,5	3,0	4,3	11,7
NO	5,2	7,3	4,8	2,4	7,6	16,9
PL	11,6	15,9	15,5	4,0	10,0	23,0
PT	7,8	13,3	na	4,2	6,8	14,5
RO	12,6	10,0	2,4	3,7	4,8	8,7
RS	2,4	6,7	2,9	2,5	10,0	26,0
SE	7,7	5,6	10,0	2,2	6,6	14,0
SI	1,4	7,8	5,3	0,9	4,3	12,4
SK	3,8	9,7	12,4	2,9	9,5	12,8
UA	12,0	12,5	24,5	3,5	8,6	15,4
UK	2,0	2,2	1,3	2,1	3,9	7,8
MEAN	6,16	8,48	7,25	2,90	7,71	15,2
MAX	15,0	25,2	24,5	5,63	11,3	29,0
MIN	0,80	2,2	0,63	0,43	3,3	4,0
MAX/MIN	18,8	11,5	38,9	13,0	3,5	7,3



L'exposition du patient - *cardiologie*

Table 3 Standard average reference doses of common cardiological examination

	Diagnostic procedures	Effective dose (mSv)	Equivalent CXRs	Background radiation (years)	Reference
Adult	Conventional radiography				
	CXR (PA)	0.02	1	2–3 days	Mettler et al. ²⁵
	Invasive fluoroscopy				
	Diagnostic coronary angiography	7 (2–16)	350	2.9	Mettler et al. ²⁵
	PCI	15 (7–57)	750	6.3	Mettler et al. ²⁵
	Thoracic angiography (pulmonary or aorta)	5 (4–9)	250	2.1	Mettler et al. ²⁵
	Abdominal angiography or aortography	12 (4–48)	600	5.0	Mettler et al. ²⁵
	Pelvic vein embolization	60 (44–78)	3000	25.0	Mettler et al. ²⁵
	TIPS placement	70 (20–180)	3500	29.3	Mettler et al. ²⁵
	Aortic valvuloplasty	39	1950	16.2	Signorotto et al. ³³
	Dilation chronic coronary occlusion	81 (17–194)	4050	33.7	Suzuki et al. ³⁴
	ETAAAR procedure	76–119	3800–5950	31.6–49.5	Panuccio et al. ³⁵
Renal angioplasty	54	2700	22.5	Rehani et al. ³⁷	
Iliac angioplasty	58	2900	24.1	Rehani et al. ³⁷	
Paediatric	Diagnostic cardiac catheterization	6.0 (0.6–23.2)	Age-dependent	2.5	Bacher et al. ³⁶
	Closure of ASD	2.8 (1.8–7.4)	Age-dependent	1.1	Bacher et al. ³⁶
	Patent ductus arteriosus occlusion	7.6 (2.1–37)	Age-dependent	3.2	Bacher et al. ³⁶
	Balloon valvuloplasty	8.1 (2.9–20)	Age-dependent	3.3	Bacher et al. ³⁶

The appropriate and justified use of medical radiation in cardiovascular imaging: a position document of the ESC Associations of Cardiovascular Imaging, Percutaneous Cardiovascular Interventions and Electrophysiology

L'exposition du patient - *bloc opératoire*

		Entrance skin dose (mGy)	Dose-area product (Gycm ²)	Effective dose (mSv)
Chirurgie vasculaire	Endovascular aneurysm repair	330–850	60–150	8.7–27
	Venous access procedures	8–24	2.3–4.8	1.2
	Renal/visceral angioplasty (stent/no stent)	1442	208	54
	Iliac angioplasty (stent/no stent)	900	223	58
Procédures urologiques	Intravenous urography/ intravenous pyelography	3.3–42	2–42	2.1–7.9
	Cystometrography	/	7	1.3
	Cystography	/	10	1.8
	Excretion urography/ micturating cysto-urethrography	/	0.43–9.9	1–3
	Urethrography	/	6	1.1
	Percutaneous nephrolithotomy	1–250	14–29	1.9–9.2
	Nephrostomy	/	30 [†] (5–56)	7.7 [†] (3.4–15)
	Extracorporeal shock wave lithotripsy	40–80	5	1.3–1.6
	Kidney stent insertion	/	49	13
	Ureteric stent placement	/	18	4.7
Procédures gynécologiques	Pelvimetry, conventional	4.2–5.1	1.4	0.4–0.8
	Pelvimetry, digital fluorography	3.6	0.10–0.46	0.43
	Computed tomography pelvimetry	n.a.	n.a.	0.2
	Hysterosalpingography	9.7–30	4–7	1.2–3.1
	Uterine artery embolisation	453–1623	53–89	22–32
Procédures gastroentérologie	ERCP (diagnostic)	55–85	15	3–6
	ERCP (therapeutic)	179–347	66	20
	Biopsy	n.a.	6	1.6
	Bile duct stenting	499	43–54	11–14
	Percutaneous transhepatic cholangiography	210–257	31	8.1
	Bile duct drainage	660	38–150	10–38
	Transjugular intrahepatic portosystemic shunt creation	104–7160	14–1364	19–87
Transjugular hepatic biopsy	n.a.	34	5.5	

L'exposition du patient - *bloc opératoire*

Procédures orthopédiques

	Entrance skin dose (mGy)	Dose-area product (Gycm ²)	Effective dose (mSv)
Skull	n.a.	n.a.	0.1
Cervical spine	n.a.	0.42–1.3	0.1–0.2
Thoracic spine	n.a.	3.26	0.3–1.0
Lumbar spine	n.a.	0.54–10	0.07–1.5
Pelvis	n.a.	n.a.	0.6
Hip	n.a.	0.64–2.6	0.10–0.74
Shoulder	n.a.	n.a.	0.01
Knee	n.a.	n.a.	0.005
Other extremities	n.a.	n.a.	0.001
Hand/wrist	0.08–1.1	0.04–0.22	<0.004
Distal radius plate osteosynthesis	17 [†]	n.a.	n.a.
Osteosynthesis of malleolar fracture	21 [†]	n.a.	n.a.
Plate osteosynthesis of tibial plateau fracture	35 [†]	n.a.	n.a.
Arthroscopy for anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction	19 [†]	n.a.	n.a.
Tibial intramedullary nailing	137 [†]	n.a.	n.a.
Intramedullary nailing of diaphyseal femoral fracture	331 [†]	n.a.	n.a.
Intramedullary nailing of peritrochanteric fracture	183 [†]	n.a.	n.a.
Bilateral pedicle screw placement in the lumbar spine	46 [†]	n.a.	n.a.
Bilateral pedicle screw placement in the cervical spine	173 [†]	n.a.	n.a.
Vertebroplasty	70–323	n.a.	8.5–13
Kyphoplasty	320 [†] (50–860)	n.a.	4.3 [†] (0.47–10)

Niveaux de référence diagnostiques (NRD)

Pas de limite de dose pour les patients

- Justification
- Optimisation
- Principe Alara

Les NRD ne sont pas :

- Des limites de dose
- Des doses optimales

Les NRD :

- Sont des indicateurs dosimétriques qui permettent de se situer et incitent à optimiser les procédures
- Leur dépassement nécessitent des justifications (typologie du patient, situation particulière, etc.) ou, si non justifiable, des actions correctrices

NRD

Valeurs de dose standardisées établies sur différentes bases :

Enquêtes sur les doses dans un pays

Recommandations internationales, européennes, ICRP, etc.

Les valeurs officielles à utiliser sont édictées par l'OFSP

Ces valeurs couvrent
différents domaines :
radiographie,
radiologie
interventionnelle et
cardiologie, CT,
Médecine nucléaire

Figure 1 : définition des NRD sur la base d'une distribution mesurée

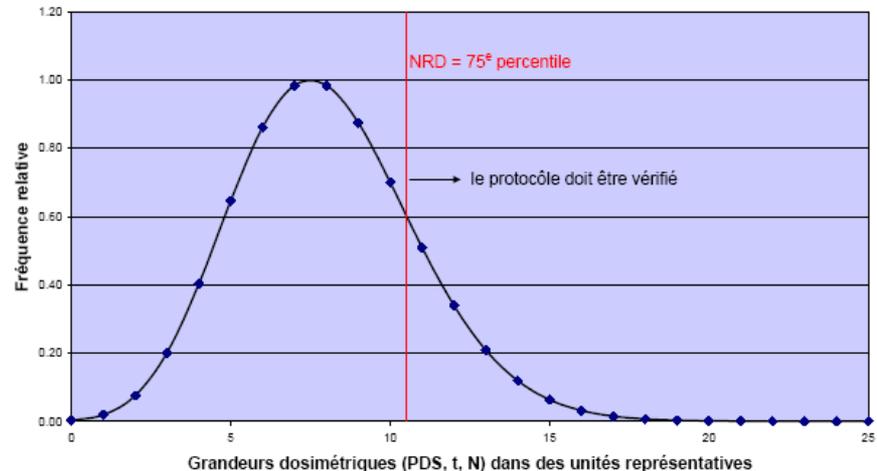


Tableau 1: NRD pour des examens radiologiques

Examen	PDS [Gy·cm ²]	Durée t [min]	Nombre d'images N [-]
Angiographie cérébrale	150	15	400
Angiographie carotidienne des 4 vaisseaux	100	10	250
Angiographie des membres supérieurs	150	15	150
Angiographie pulmonaire	150	15	150
Angiographie abdominale sélective	300	20	150
Angiographie mésentérique	300	20	150
Angiographie rénale	300	20	150
Angiographie des vaisseaux aorte-iliaque	300	20	150
Artériographie de la ceinture pelvienne	300	20	150
Artériographie des hanches	300	20	150
Angiographie des membres inférieurs	200	10	150
TIPS ¹	350	40	250
Embolisation hépatique	300	20	200
Embolisation des membres supérieurs	150	30	300
Embolisation des artères bronchiques	150	30	300
Embolisation des artères du bassin	300	30	300
Embolisation des artères cervicales	350	50	1000
PTA ² cérébral	350	50	1000
PTA ² rénal	200	20	150
PTA ² iliaque	200	20	250
PTA ² des membres inférieurs	350	14	200
Vertébroplastie	80	15	75

Notice R-06-05
**Niveaux de référence diagnostiques en radiologie
interventionnelle**

Tableau 2: NRD pour des examens cardiologiques

Examen	PDS [Gy·cm ²]	Durée t [min]	Nombre d'images N [-]	DC [mGy]
Angiographie coronaire	50	8	860	575
PTCA ¹	130	26	940	1400
Angiographie coronaire + PTCA ¹	180	34	1170	1920
TAVI ²				
Fermeture de shunt				
Biopsie myocardique				
Explorations électrophysiologiques				
Procédures électrophysiologiques à l'aide d'un système de cartographie électro-anatomique				
Ablation par radiofréquence	150	25	-	2250
Ablation par radiofréquence cardiaque à l'aide d'un système de cartographie électro-anatomique	30	9	-	623
DAI ³	-			
DAI ³ à l'aide d'un système de cartographie électro-anatomique	20			
Pose de stimulateur cardiaque	30			
Pose de stimulateur cardiaque à l'aide d'un système de cartographie électro-anatomique	5			

Tableau 3: NRD pour des examens de gastro-entérologie

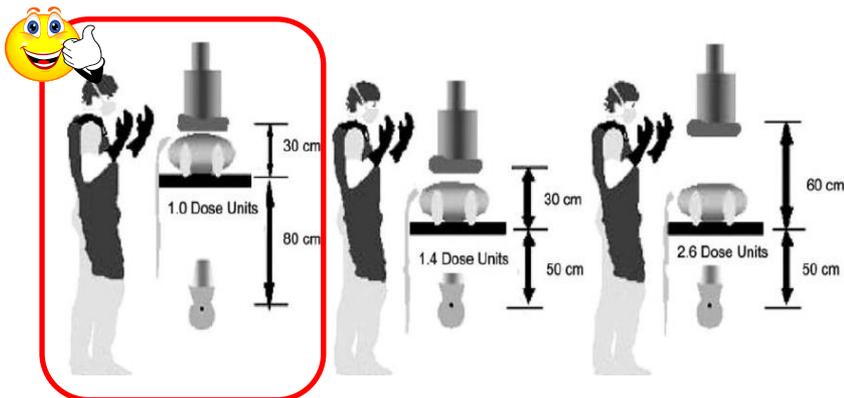
Examen	PDS [Gy·cm ²]	Durée t [min]	Nombre d'images N [-]
Drainage biliaire et dilatation	250	30	50
ERCP ¹	30	10	-

Tableau 4: NRD pour des examens urologiques

Examen	PDS [Gy·cm ²]	Durée t [min]	Nombre d'images N [-]
Urétéropyélographie rétrograde	15	3	10
Cystographie	10	10	10
Néphrostomie	10	2	9
Urétrographie rétrograde	5	1	7
Lithotripsie extracorporelle	15	5	-

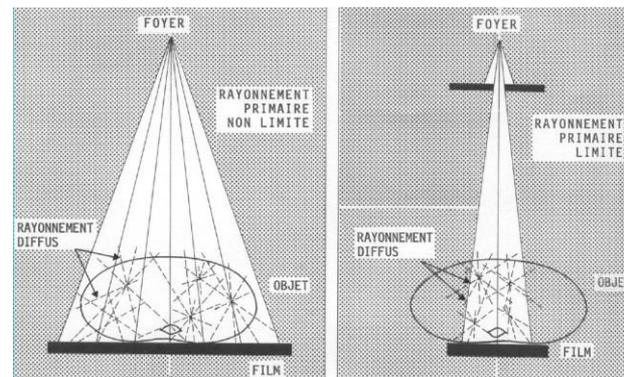
Radioprotection du patient

Règle numéro 1: positionnement



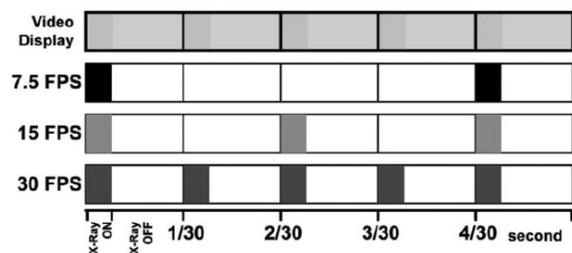
Circulation 2005, 111:511-532
doi: 10.1161/01.CIR.0000157946.29224.5D

Diaphragmer



L'importance de l'orientation du tube

La scopie en mode pulsé



Circulation 2005, 111:511-532
doi: 10.1161/01.CIR.0000157946.29224.5D

ICRP Publication 117

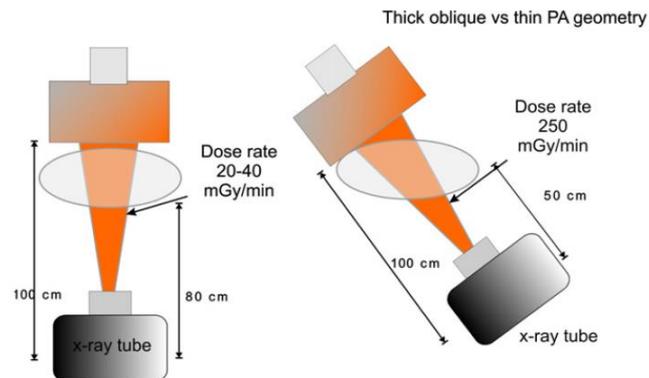


Fig. 3.5. Effect of angulations on patient dose. PA, postero-anterior.

