



La radioprotection au bloc opératoire



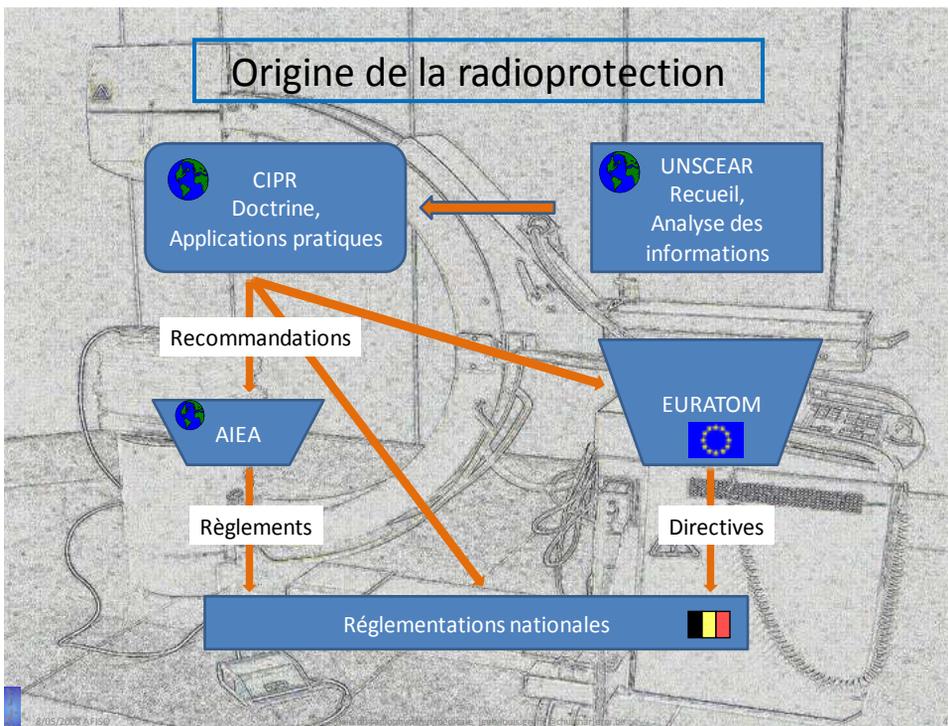
Jean-Louis Greffe
Radiophysicien

 This block contains a collage of images related to radiation physics and medical applications. At the top left, there is a box with the text 'Formule de Bethe-Block' and the equation:

$$\frac{dE}{dx} = \frac{4\pi z^2 e^4 N_A r^2}{m_e v^2 A} z \left[\ln \left(\frac{2m_e v^2}{I(1-\beta^2)} \right) - \beta^2 - \delta \right]$$
 Below the equation is a graph showing the relationship between energy loss and particle velocity. To the right of the equation is a photograph of a rocket launch. Further right is a photograph of a starry sky. In the center is a portrait of an elderly man with a white beard. Below the portrait are three photographs of medical imaging equipment: a linear accelerator (top left), a CT scanner (bottom center), and a PET scanner (bottom right). Red arrows point from the central portrait to each of these three equipment images.

La radioprotection au bloc opératoire

- ✓ **Législation**
- ✓ Principe physique
- ✓ Radioprotection: Principe de base
- ✓ Dosimètre
- ✓ Scopie et dose
- ✓ Effet des radiations
- ✓ Ordre de grandeur
- ✓ Conclusion



Réglementation européenne

Directives:

Euratom 96-29:

Radioprotection du public
et des travailleurs

Euratom 97-43:

Radioprotection des personnes
exposées à des fins médicales

Les principes de base de la radioprotection

Justification des pratiques
utilisant les rayonnements
ionisants

Optimisation de la
radioprotection

Article 9: Limitation des
doses individuelles

Euratom 96-29

ALARA

Niveaux de référence
diagnostiques européens

Euratom 97-43

CHAPITRE III

PROTECTION GENERALE

Art. 20. - Limitation des doses par 12 mois consécutifs glissants.

Réf. Art 20 Arrêté royal du 20 juillet 2001 portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le Danger des rayonnements ionisants.

Organe ou tissu	Pers. prof. exposées	Pers. du public
	(mSv)	(mSv)
Tout le corps	20	1
Cristallin	150	15
Peau	500	50
Mains	500	50
Tous les autres organes	500	50

**« Les limites de dose sont des limites de sécurité
...non de danger ! »**

Zone contrôlée

Réf. Art 2, Arrêté royal du 20 juillet 2001 portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le Danger des rayonnements ionisants.



Zone soumise à une réglementation spéciale pour des raisons de protection contre les rayonnements ionisants et de confinement de la contamination radioactive, et dont l'accès est réglementé.

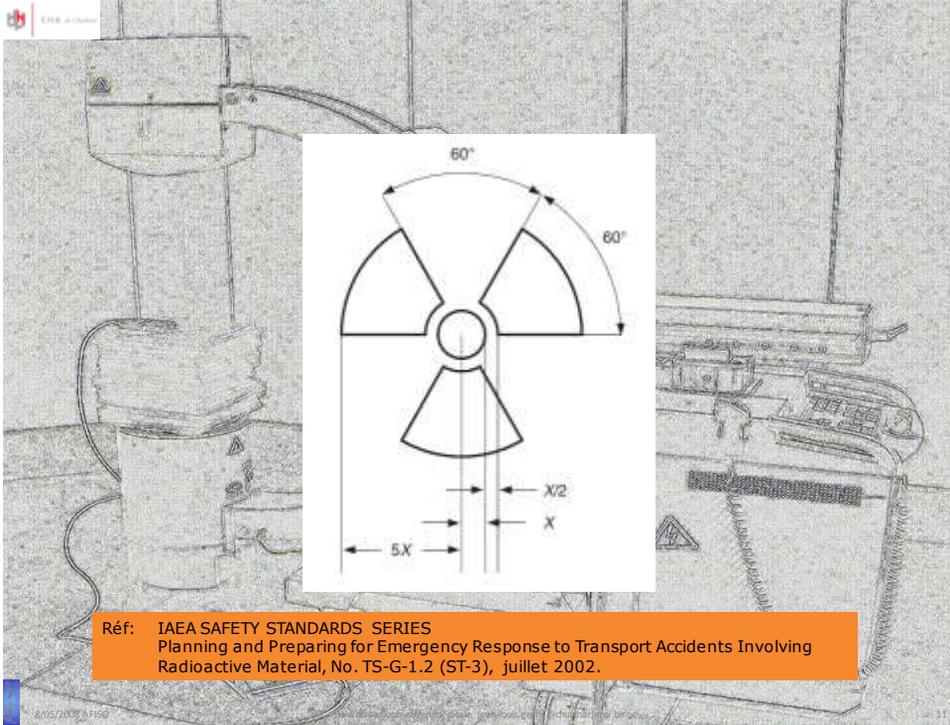


Les locaux

Ref: Arrêté royal du 20 juillet 2001 portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le Danger des rayonnements ionisants.

- à la surface extérieure des locaux, en tout endroit accessible où des personnes peuvent séjourner, la dose reçue ne puisse atteindre 0,02 millisievert par semaine, dans les conditions habituelles de fonctionnement des installations;
- les locaux doivent pouvoir **être fermés à clé**; toutefois, la sortie des locaux reste toujours possible;
- à l'exclusion des cabinets dentaires où se trouve un appareil spécifiquement conçu pour la radiographie dentaire, le symbole de la radioactivité, figurent sur les portes;



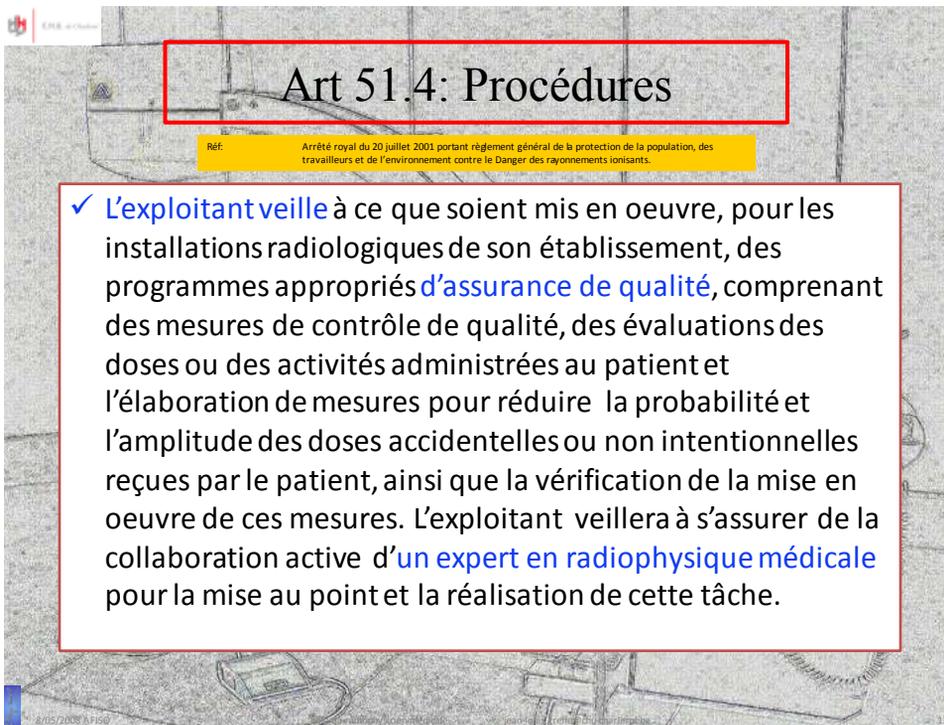


Réf: IAEA SAFETY STANDARDS SERIES
 Planning and Preparing for Emergency Response to Transport Accidents Involving
 Radioactive Material, No. TS-G-1.2 (ST-3), juillet 2002.

Art 29.3. Les plans des lieux sont affichés visiblement à l'entrée des locaux des bâtiments où une zone contrôlée existe ainsi que dans les bâtiments administratifs. Ces plans indiquent les zones contrôlées, l'emplacement des sources fixes de radiations ionisantes et les issues normales et de secours.

Réf: Arrêté royal du 20 juillet 2001 portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le Danger des rayonnements ionisants.

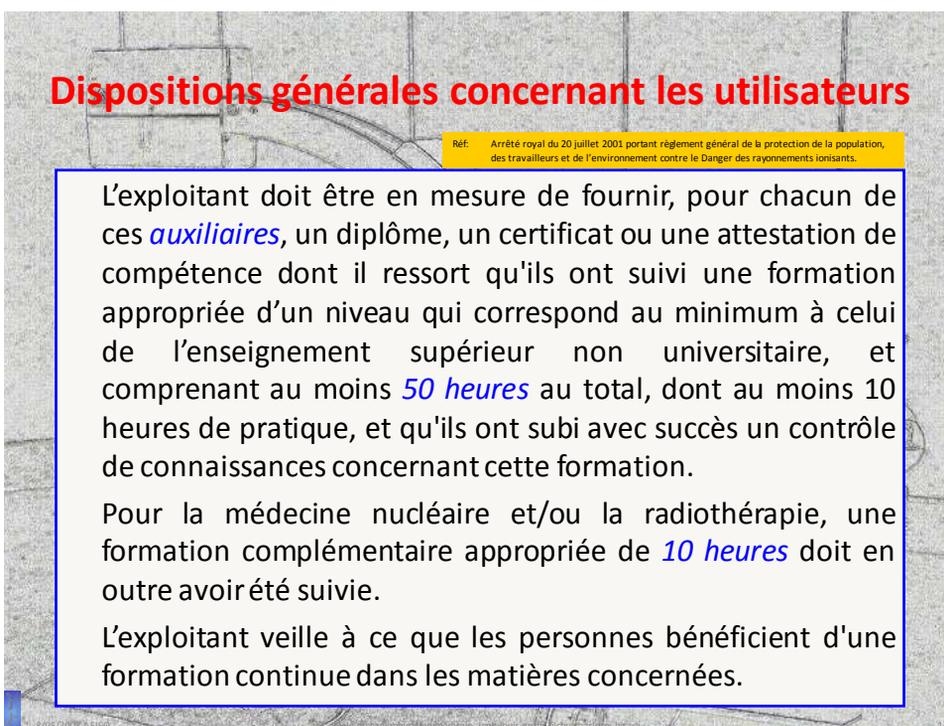




Art 51.4: Procédures

Ref: Arrêté royal du 20 juillet 2001 portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le Danger des rayonnements ionisants.

✓ **L'exploitant veille** à ce que soient mis en oeuvre, pour les installations radiologiques de son établissement, des programmes appropriés **d'assurance de qualité**, comprenant des mesures de contrôle de qualité, des évaluations des doses ou des activités administrées au patient et l'élaboration de mesures pour réduire la probabilité et l'amplitude des doses accidentelles ou non intentionnelles reçues par le patient, ainsi que la vérification de la mise en oeuvre de ces mesures. L'exploitant veillera à s'assurer de la collaboration active **d'un expert en radiophysique médicale** pour la mise au point et la réalisation de cette tâche.



Dispositions générales concernant les utilisateurs

Ref: Arrêté royal du 20 juillet 2001 portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le Danger des rayonnements ionisants.

L'exploitant doit être en mesure de fournir, pour chacun de ces **auxiliaires**, un diplôme, un certificat ou une attestation de compétence dont il ressort qu'ils ont suivi une formation appropriée d'un niveau qui correspond au minimum à celui de l'enseignement supérieur non universitaire, et comprenant au moins **50 heures** au total, dont au moins 10 heures de pratique, et qu'ils ont subi avec succès un contrôle de connaissances concernant cette formation.

Pour la médecine nucléaire et/ou la radiothérapie, une formation complémentaire appropriée de **10 heures** doit en outre avoir été suivie.

L'exploitant veille à ce que les personnes bénéficient d'une formation continue dans les matières concernées.

La radioprotection au bloc opératoire

- ✓ Législation
- ✓ Principe physique
- ✓ Radioprotection: Principe de base
- ✓ Dosimètre
- ✓ Scopie et dose
- ✓ Effet des radiations
- ✓ Ordre de grandeur
- ✓ Conclusion

THE ENERGY SPECTRUM

RX = Onde électromagnétique

Ref: <http://www.synchrotron-soleil.fr>

L'Energie de l'OEM
 $E = h \nu$ avec
 $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ js}$
 $\nu = \text{la fréquence}$

Radiations ionisantes

Rayonnements composés de photons ou de particules capables de déterminer la formation d'ions directement ou indirectement.

Atome
noyau

e^-
 $h\nu$

8/05/2008 AFIG 17

Interactions des rayonnements RX avec la matière

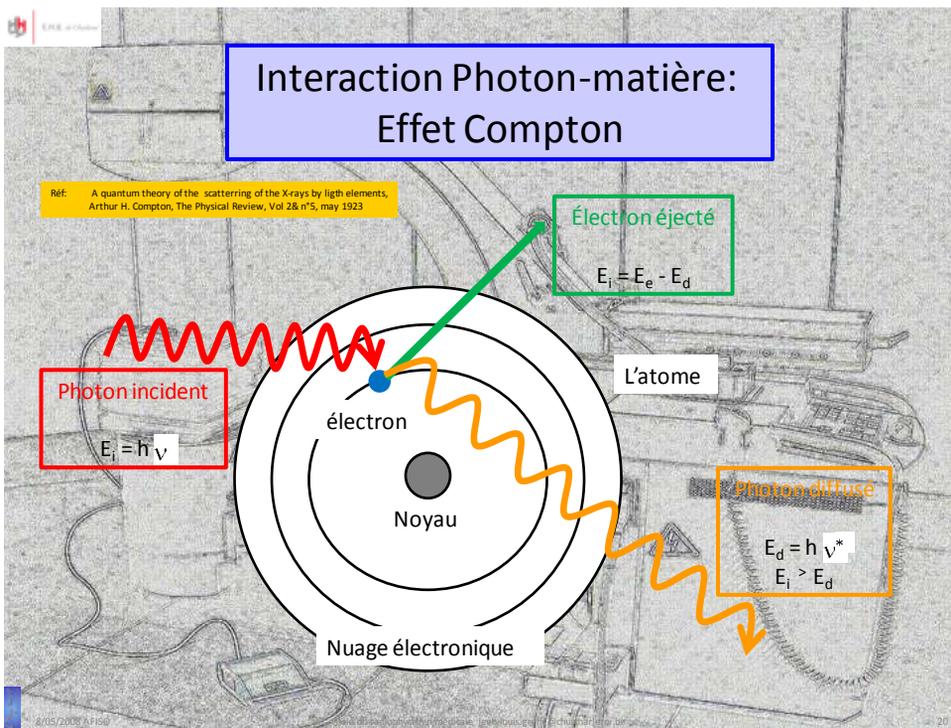
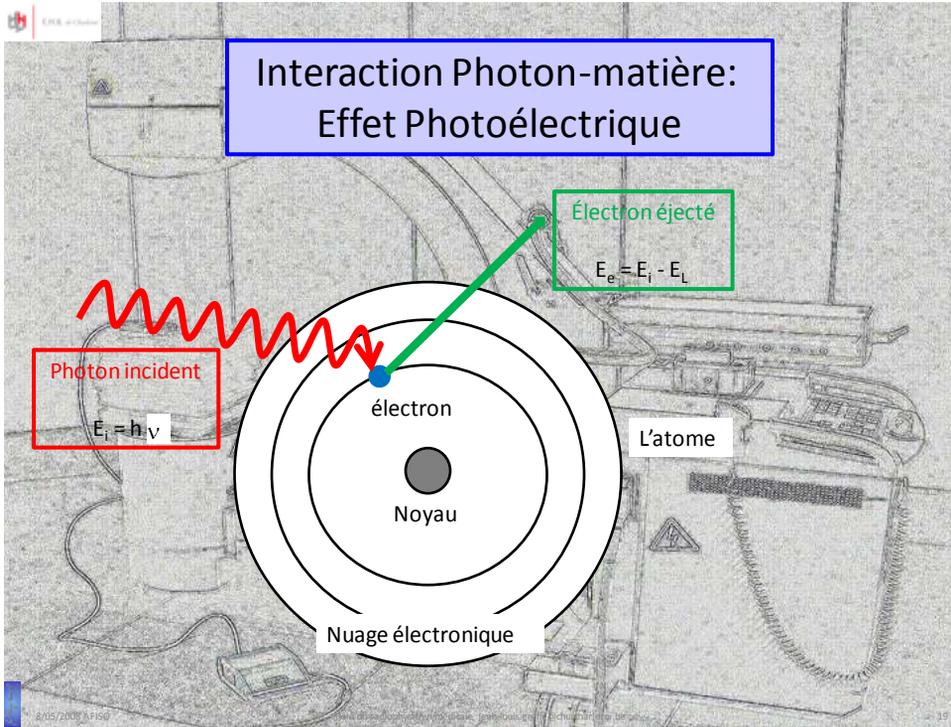
Radiation indirectement ionisante

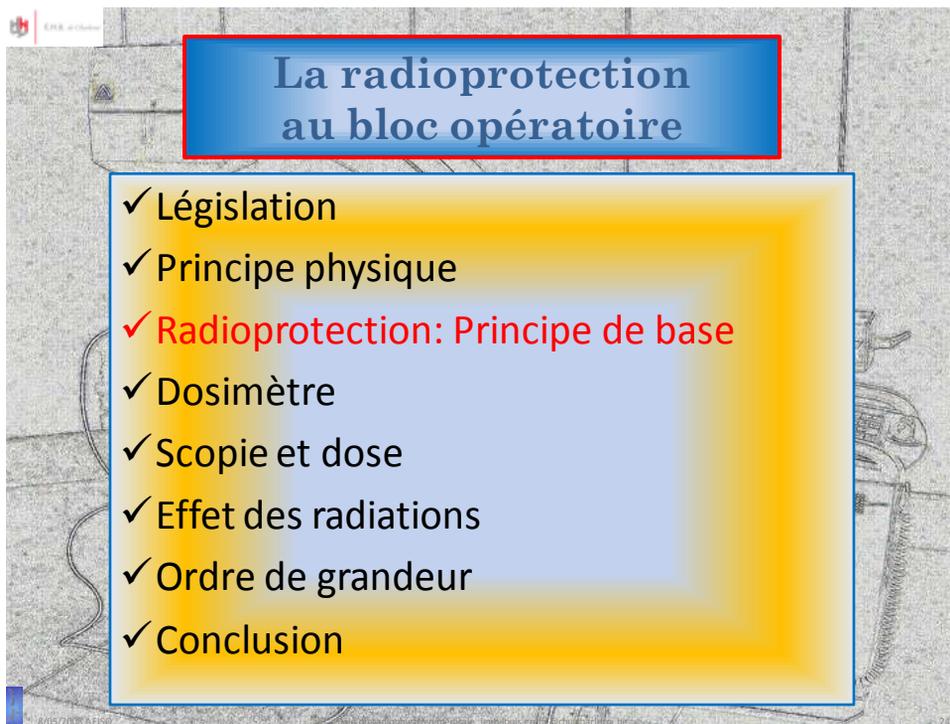
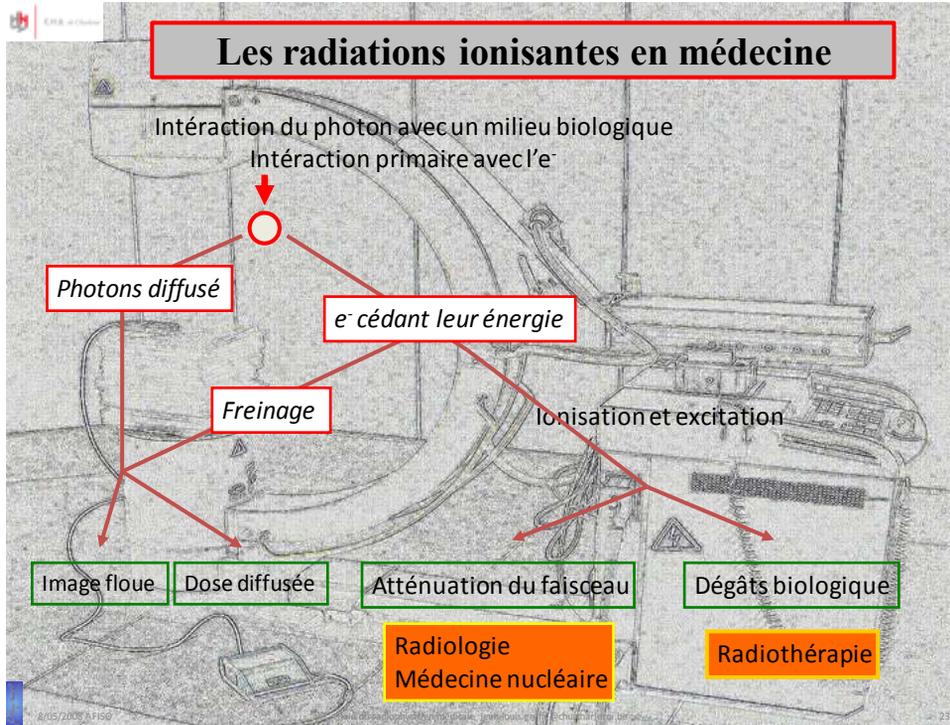
c-à-d l'atténuation

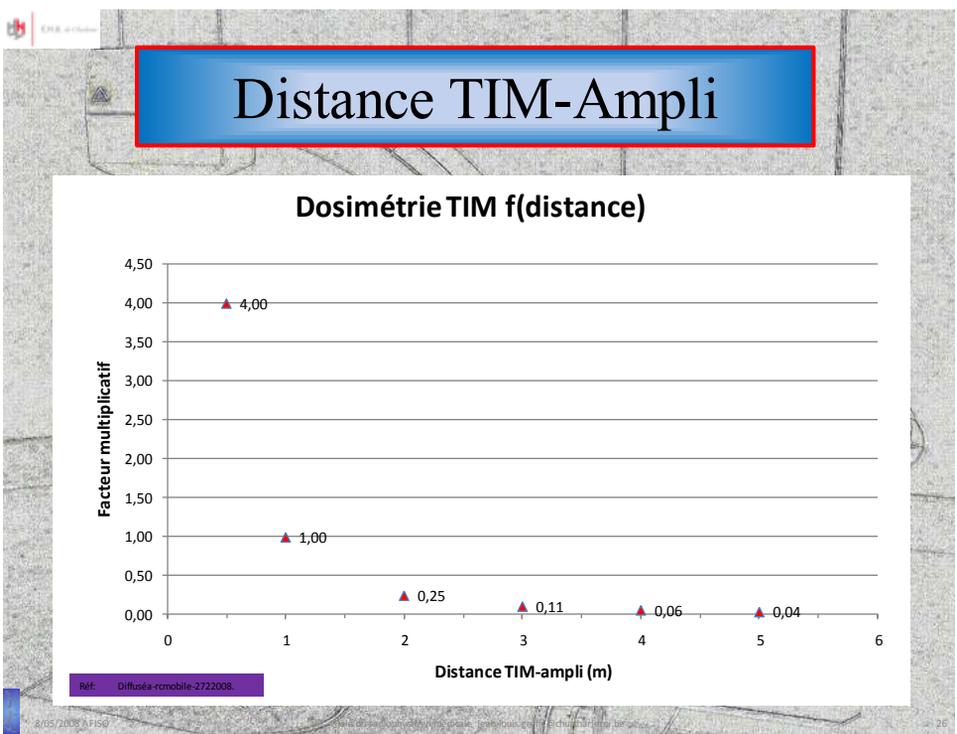
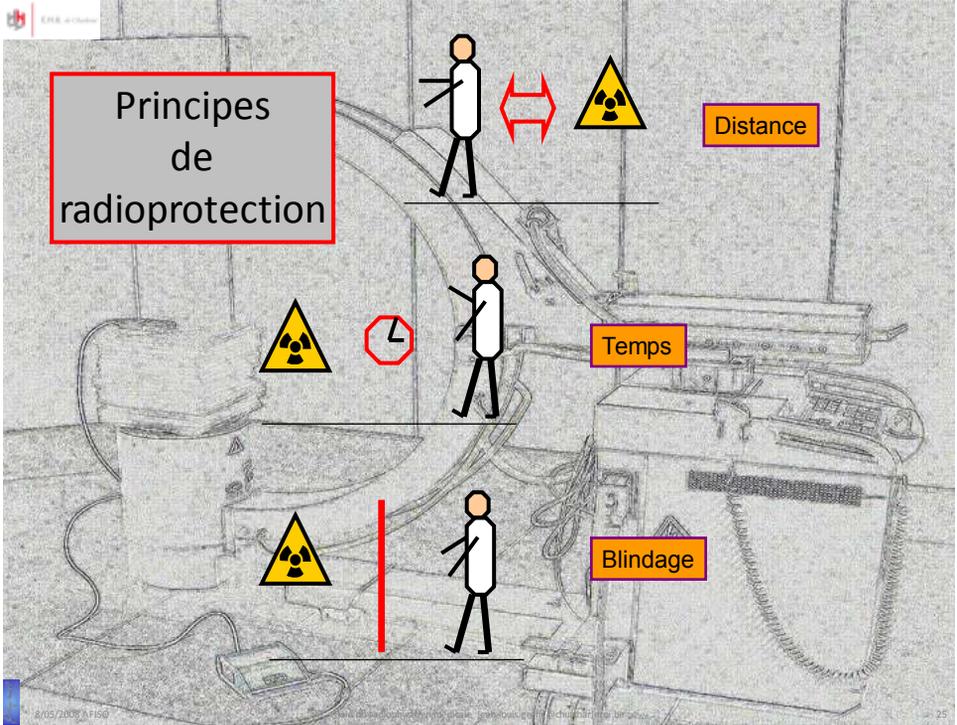
Ne sont absorbés que s'ils interagissent avec un électron du milieu

- L'effet photo-électrique.
- La diffusion de Compton.
- La production de paires.

8/05/2008 AFIG 18







Dosimétrie TIM en fonction du temps d'irradiation

Epaisseur pmm (cm)	1 min de scopie		Temps max sur l'année (h)
	Dose (mSv) entrée patient	Dose (microSv) TIM	
0	0,385	0,0001	4000,0
5	0,745	0,0003	1000,0
10	0,988	0,0006	571,4
15	2,673	0,0018	190,5
20	7,070	0,0048	69,0
25	15,156	0,0100	33,3



Ref: Diffuséa-rmobile-2722008.

Radiation ionisante
que si l'opérateur
actionne le « bouton
RX ».

Radiologie, appareil à rayon X



Radioprotection

Ensemble des moyens destinés à protéger les individus contre les rayonnements ionisants.

Tablier plombé
Eq. 0,35 mmPb
Eq. 0,5 mmPb



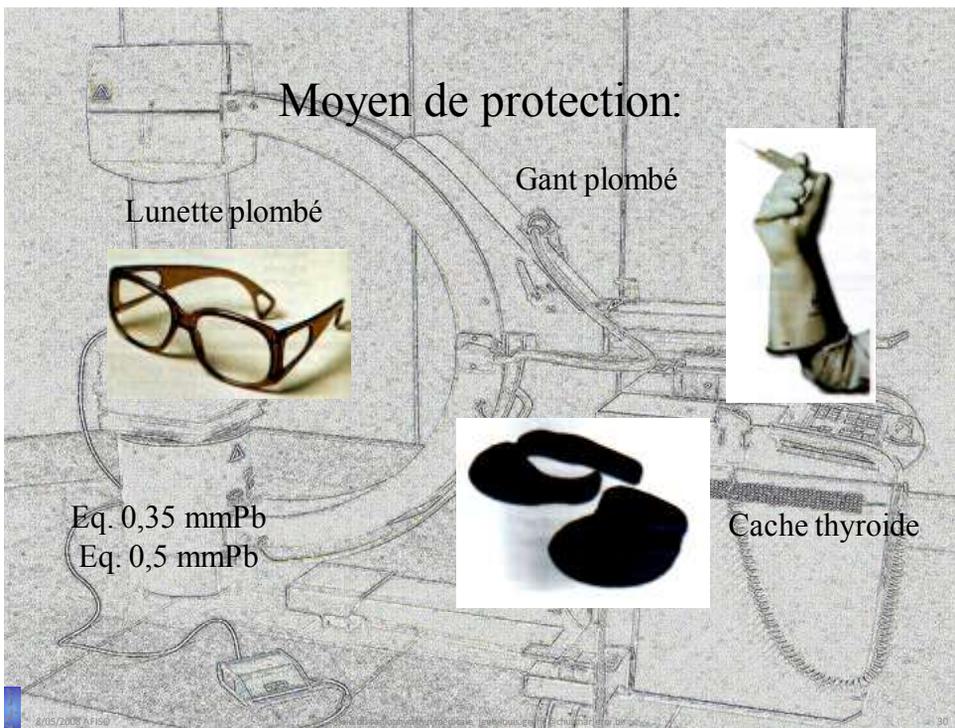
Moyen de protection:

Lunette plombé

Eq. 0,35 mmPb
Eq. 0,5 mmPb

Gant plombé

Cache thyroïde



Tablier plombé

% de RX diff. sous tablier.

mmPb	Tension (kV)					
	70	80	90	100	125	150
0,2	3	6,5	12	19	26	30
0,25	1,7	4,5	8	13	17	19
0,3	1,3	3	6	9	12	14
0,35	0,9	2	4	6	8	9
0,5	0,3	1	2	3	4,5	5

MOYEN DE PROTECTION EN RADIODIAGNOSTIC

Port du tablier plombé



Interventionnel



Radiographie

La radioprotection au bloc opératoire

- ✓ Législation
- ✓ Principe physique
- ✓ Radioprotection: Principe de base
- ✓ **Dosimètre**
- ✓ Scopie et dose
- ✓ Effet des radiations
- ✓ Ordre de grandeur
- ✓ Conclusion

33

Unité de Radioprotection

Radio logie

Activité (Bq)
Dose absorbée (Gy)
Dose équivalente (Sv)
Dose efficace (Sv)

Médecine nucléaire

La dose absorbée

ENERGIE

- ✓ Les rayonnements agissent sur la matière par l'intermédiaire de l'énergie qu'ils lui cèdent. La dose absorbée représente la quantité d'énergie communiquée à la matière par unité de masse

≡ DOSE ABSORBÉE ou DOSE

- ✓ Unité (de radioprotection):

Gray (Gy)
1 Gy = 1 joule/kg

La dose équivalente

Doc Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)

2 Pour calculer la dose équivalente ou la dose efficace, la dose est multipliée par des coefficients qui rendent compte de la nocivité du rayonnement (par exemple, les rayonnements alpha sont considérés comme vingt fois plus nocifs que les rayonnements gamma) et du risque d'effet aléatoire pour chacun des organes irradiés.

La dose équivalente



photons X et γ :	1
électron :	1
proton :	5
neutron :	de 5 à 20
rayonnement α :	20

$$H_T = \sum_R W_R \cdot D_{T,R}$$

MESURE DE L'EFFET (Equivalent de dose)



Unité : Sievert (Sv)
1 Sv = 100 rem

La dose efficace

Facteurs de pondération tissulaire (W_T)

Organe	CIPR26	CIPR60
Gonades	0,25	0,20
Seins	0,15	0,05
Moelle osseuse rouge	0,12	0,12
Côlon		0,12
Poumons	0,12	0,12
Estomac		0,12
Vessie		0,05
Foie		0,05
Œsophage		0,05
Thyroïde	0,03	0,05
Os (surface osseuse)	0,03	0,01
Peau		0,01
Reste de l'organisme	0,30	0,05
Total	1,00	1,00

$$E = \sum_T W_T \cdot H_T$$

Energie et effet.

TOUS LES BECQUERELS N'ONT PAS LE MEME EFFET

ACTIVITE :	EFFET :
nombre total de cailloux par seconde	nombre d'impacts + taille des cailloux + point d'impact + ...

Dosimétrie

$$\text{Dose} = \frac{\text{Energie}}{\text{Masse}} \quad \{\text{Gy}\}$$

$$\text{Dose Eq} = \text{Dose} \times W_r$$

{Gy}

{Sv}

f(type de Rayonnement)

{Sv}

f(type de tissu)

Radioprotection: unité en radiologie

Produit Dose-surface (PDS)

Unité: [Gy x cm²]

$$PDS = (Dose_{entrée} / BSF) \times Surface_{patient}$$

Avec:
BSF Diffusé
1,1 pour les enfants
1,2 pour les adultes

Index de dose scanographique (CTDI) et produit dose longueur (PDL)

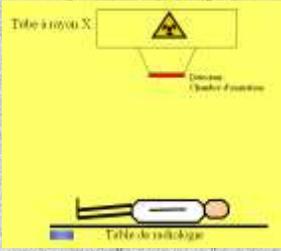
Aire sous le profil de dose de la coupe, divisée par l'épaisseur de la coupe

$$CTDI_w = (1/3 CTDI_{10cm,c} + 2/3 CTDI_{10cm,p})$$

Unité: [Gy]

$$PDL = \sum CTDI_w \times T \times A \times$$

Unité: [Gy x cm]



Dosimètre individuel

- ✓ Film badge légale
- ✓ Thermoluminescent
- ✓ Dosimètre à lecture directe




Film badge légale

(AR du 20 juillet 2000 Art 30.6)

- ✓ Toute personne professionnellement exposée doit porter un dosimètre à hauteur de la poitrine.
- ✓ Les dispositions sont prises pour que les résultats des mesures effectuées soient conservés en archives avec les documents assurant une identification indiscutable des personnes intéressées.
- ✓ Chaque travailleur a accès aux résultats de sa dosimétrie individuelle.

Port du dosimètre

**Dose reçue par un opérateur
à 1 m du patient sous 63 kVp**

28 $\mu\text{Sv}/\text{mA}\cdot\text{min}$

17 $\mu\text{Sv}/\text{mA}\cdot\text{min}$

12 $\mu\text{Sv}/\text{mA}\cdot\text{min}$

10 $\mu\text{Sv}/\text{mA}\cdot\text{min}$



Film badge légale

(AR du 20 juillet 2000 Art 30.6)

- ✓ Si une irradiation non négligeable d'un tissu (par exemple le cristallin) ou d'un organe particulier ou d'une partie du corps spécifique (par exemple, les mains) est à craindre, la personne portera un ou *plusieurs dosimètres supplémentaires* permettant de contrôler les doses à ces endroits.
- ✓ Ce ou ces dosimètres seront toujours portés si cette irradiation est susceptible de provoquer des doses > aux 3/10 des limites de dose pour le cristallin, la peau, les mains, les avant-bras, les pieds et les chevilles.
- ✓ Dans les situations de ce type où *le port d'un tablier plombé* est indiqué, il y a en tout cas lieu de porter deux dosimètres, l'un au-dessus et l'autre en dessous du tablier.

Dosimètre à lecture directe



(AR du 20 juillet 2000 Art 30.6)

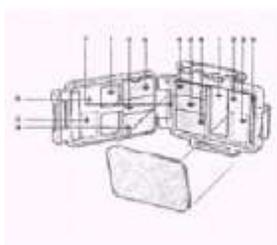
Si la personne est susceptible de recevoir une dose > à 500 microsievert / semaine, elle porte également à hauteur de la poitrine un dosimètre à lecture directe ou permettant d'évaluer au moins journalièrement la dose reçue.

Film badge légale: fonctionnement

Le boîtier est pourvu d'une ouverture (fenêtre) et de divers écrans :

- 2 épaisseurs différentes de matière plastique forment le boîtier
- et des écrans métalliques (Dural, Cd-Pb, Sn-Pb) permettent de différencier qualitativement et quantitativement les divers Rayons β , X, et γ et

thermiques.



1. Fenêtre
2. 50 mg/cm² plastique
3. 300 mg/cm² plastique
4. 0,1 mm Dural
5. 0,71 mm Cd - 0,30 mm Pb
6. 0,71 mm Sn - 0,30 mm Pb
7. 0,3 mm Pb (écran d'angle)
8. 0,4 g In

Le boîtier

- ✓ **Le boîtier doit toujours posséder tous ses écrans métalliques** : en cas de détérioration, il est impératif de passer au Service de Contrôle Physique afin de changer le boîtier
- ✓ Un **boîtier défectueux** ne permet pas le calcul exact de la dose d'irradiation reçue par le travailleur.
- ✓ Le noircissement mesuré, après développement du film, à l'aide d'un densitomètre, permet de calculer, à l'aide d'une formule déterminée pour le type de film utilisé, la dose de rayonnement reçue par le film-badge, donc, la dose reçue par la personne au cours de son travail sous rayonnement ionisant.

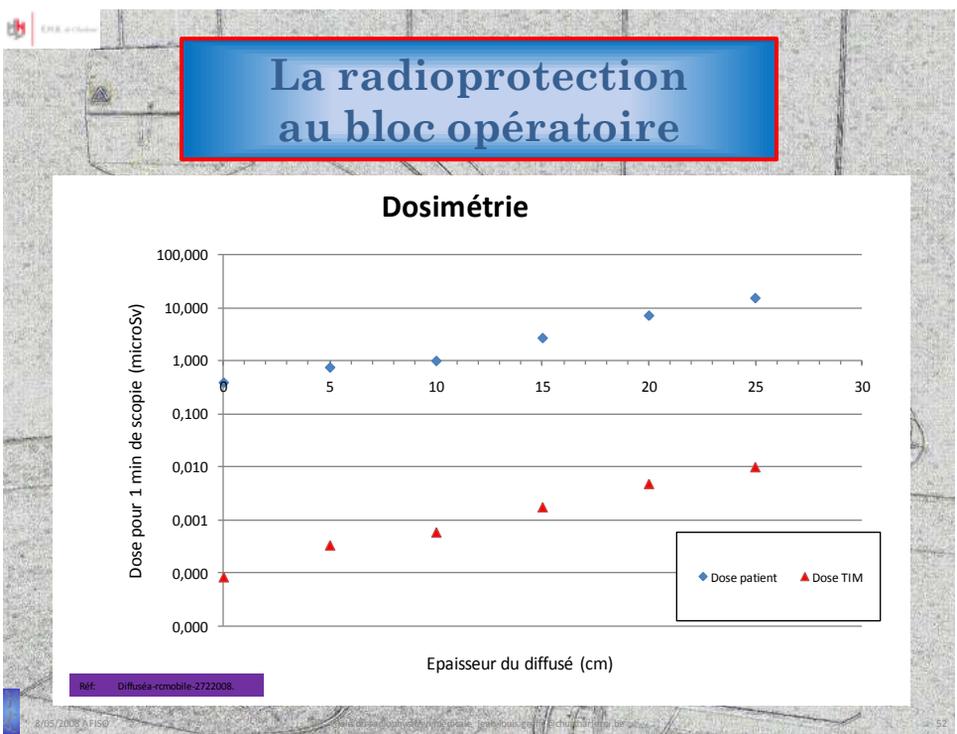
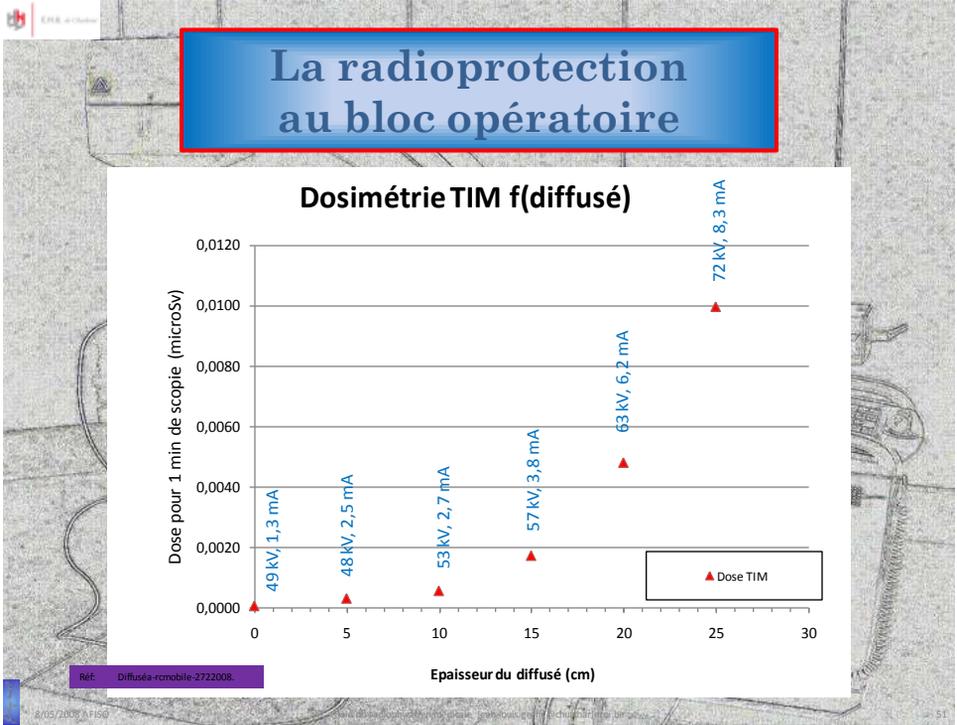
Film badge légale: caractéristiques

- ✓ Le support du film est recouvert de deux émulsions : une émulsion rapide et une émulsion lente, chacune étant située sur une des faces du support.
- ✓ Un tel film permet la mesure des doses **de moins de 0,1 mSv à 18 Sv**, suivant le type d'émulsion utilisé.
- ✓ En pratique, le film développé est séché et lu tel quel au densitomètre ; le calcul est effectué pour une dose comprise entre $\pm 0,1$ mSv jusqu'à 40 mSv.
- ✓ Si la dose enregistrée par le film est supérieure à 40 mSv, il est nécessaire de procéder à une opération de "décapage" du film, c'est-à-dire que l'on élimine du support l'émulsion rapide, pour ne conserver que l'émulsion lente qui permettra le calcul plus exact de la dose comprise entre 40 mSv et 18 Sv.

Position du boîtier



- ✓ Le numéro imprimé sur le film doit apparaître dans la fenêtre du boîtier,
- ✓ Le boîtier possède un endroit et un envers (back).
- ✓ L'envers du boîtier se distingue par le fait que la fenêtre est coupée en 2 : cette particularité permet de déterminer le sens de pénétration du rayonnement X ou γ , **pour autant que le boîtier soit porté correctement, c'est-à-dire à l'endroit !**
- ✓ En cas d'ouverture accidentelle ou volontaire du boîtier, il est essentiel de replacer correctement le film,



La radioprotection au bloc opératoire

- ✓ Législation
- ✓ Principe physique
- ✓ Radioprotection: Principe de base
- ✓ Dosimètre
- ✓ **Scopie et dose**
- ✓ Effet des radiations
- ✓ Ordre de grandeur
- ✓ Conclusion

L'ampli:
Le + proche
du patient

La source RX:
Le + loin
du patient

image intensifier too far

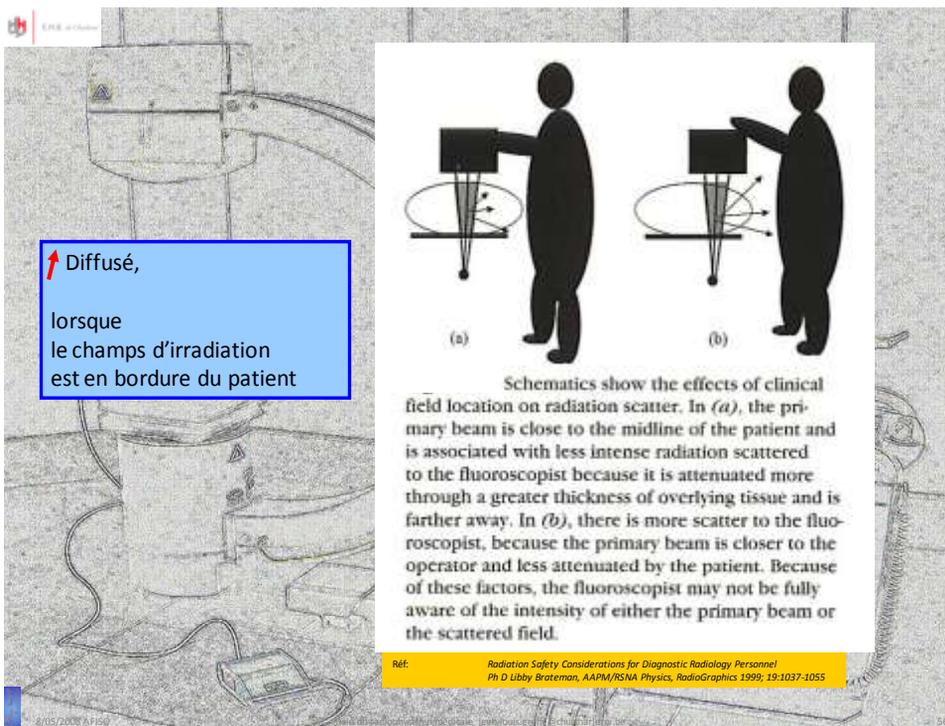
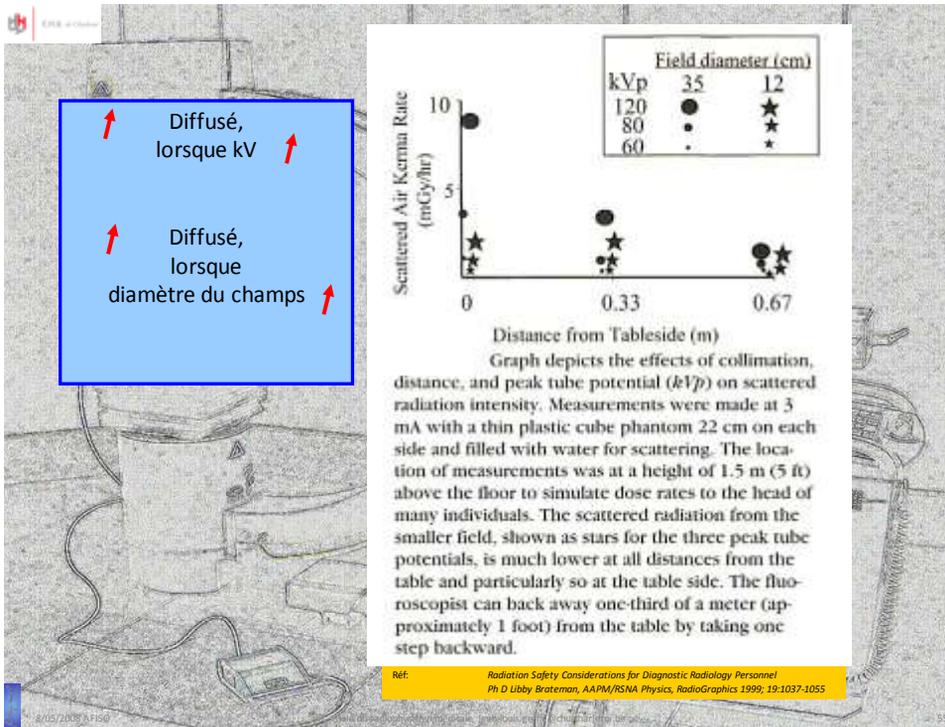
patient

x-ray tube too close

(a) (b) (c)

Schematics illustrate three fluoroscopic geometries. In (a), the x-ray tube is too close to the patient, which is indicated by the large change in ray spacing between the entrance to and exit from the patient. (Ray spacing is related to the dose rate.) In (b), the x-ray tube is farther from the patient, and the dose distribution is more uniform; however, the image intensifier tube is too far from the patient, which causes the patient entrance dose to be increased. In (c), both tubes are placed appropriately.

Ref: Radiation Safety Considerations for Diagnostic Radiology Personnel
Ph D Libby Brateman, AAPM/RSNA Physics, RadioGraphics 1999; 19:1037-1055



L'ampli,
orienté
vers le plafond

et

La source RX,
Orienté
vers le sol

→ diffusé,
orienté de
manière préférentielle
vers le sol

x-ray tube

(a) (b)

x-ray tube

Schematics show the effect of C-arm geometry on backscatter. In (a), the fluoroscope has an overhead x-ray beam orientation, with the image intensifier below the patient. The face of the fluoroscopist is not shielded from scattered radiation and is fairly close to the x-ray tube housing, from which leakage radiation emerges (typically, but not always, a small amount). In (b), the overhead image intensifier acts as a barrier to protect the face of the fluoroscopist, with the backscattered radiation directed toward the floor.

Réf: Radiation Safety Considerations for Diagnostic Radiology Personnel
Ph D Libby Brateman, AAPM/RSNA Physics, RadioGraphics 1999, 19:1037-1055

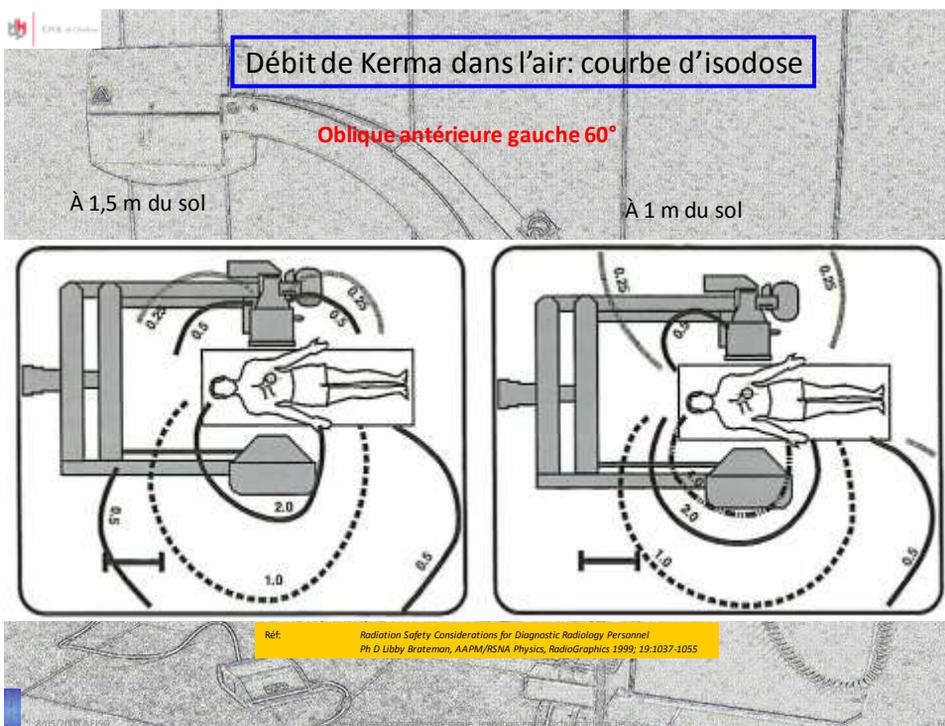
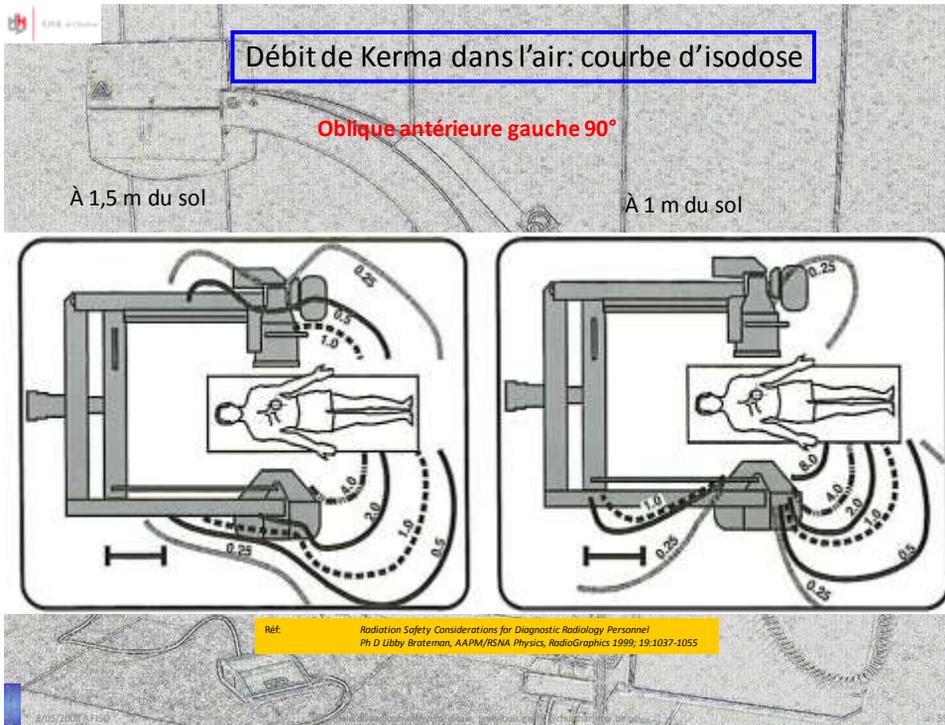
Courbe d'isodose en interventionnel

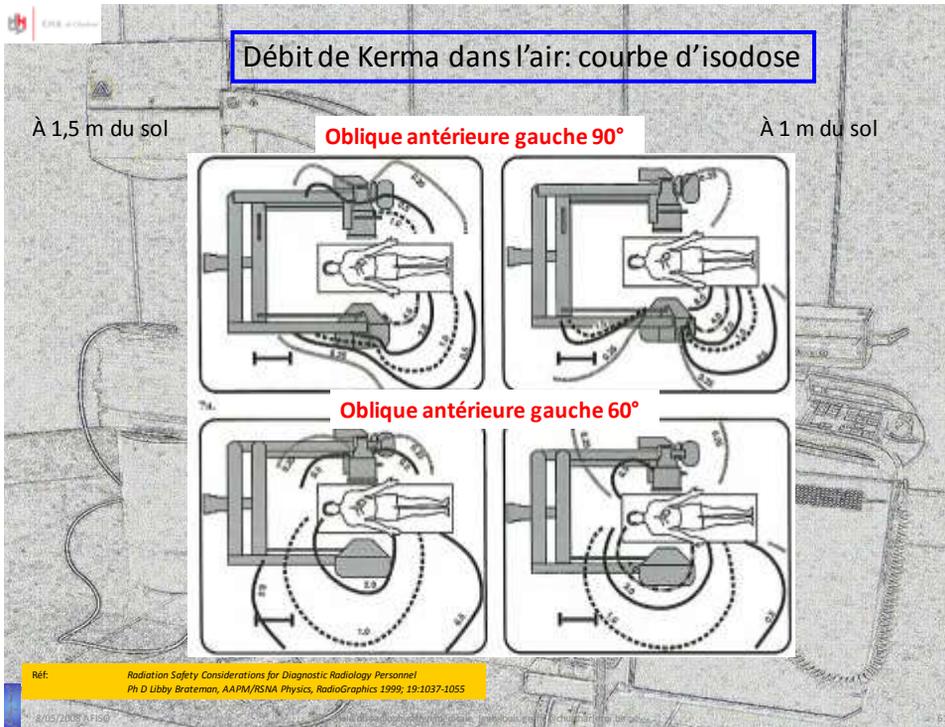
Stray Radiation
in
 $\mu\text{Sv per Gy cm}^2$

0.5 1 2 4 8 10m 15m 20m

In high dose mode – dose rates will be mSv/hr (same numerical values)

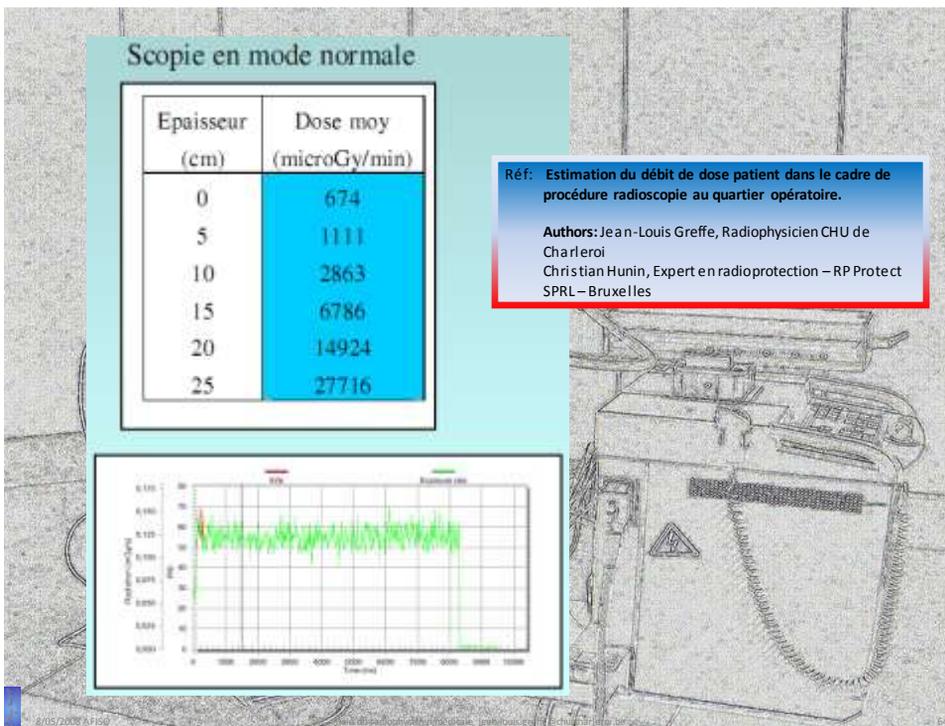
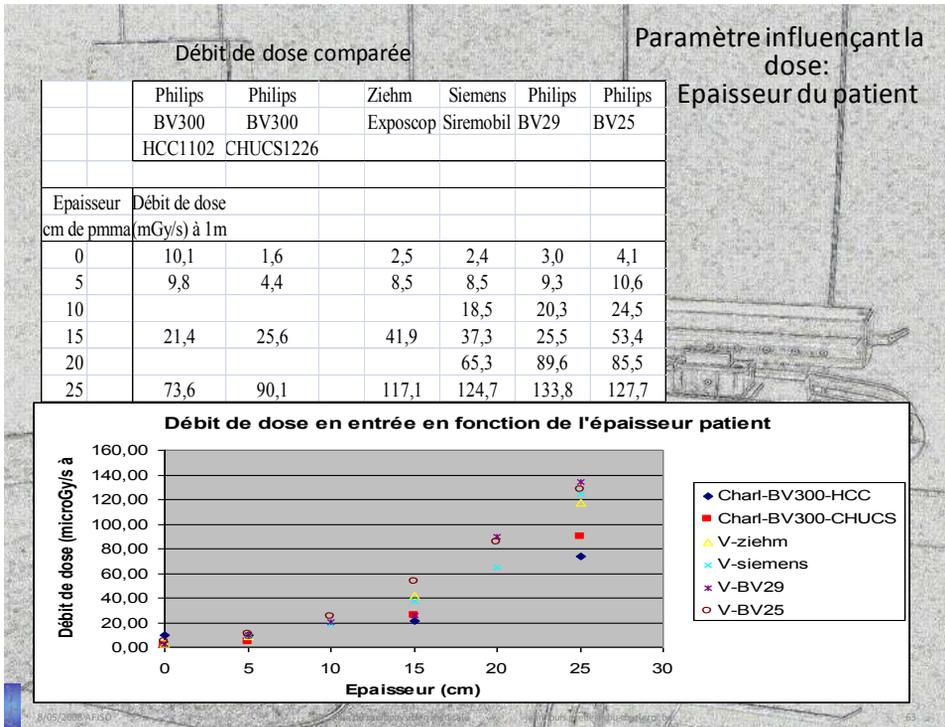
Réf: Information abstracted from ICRP Publication 85

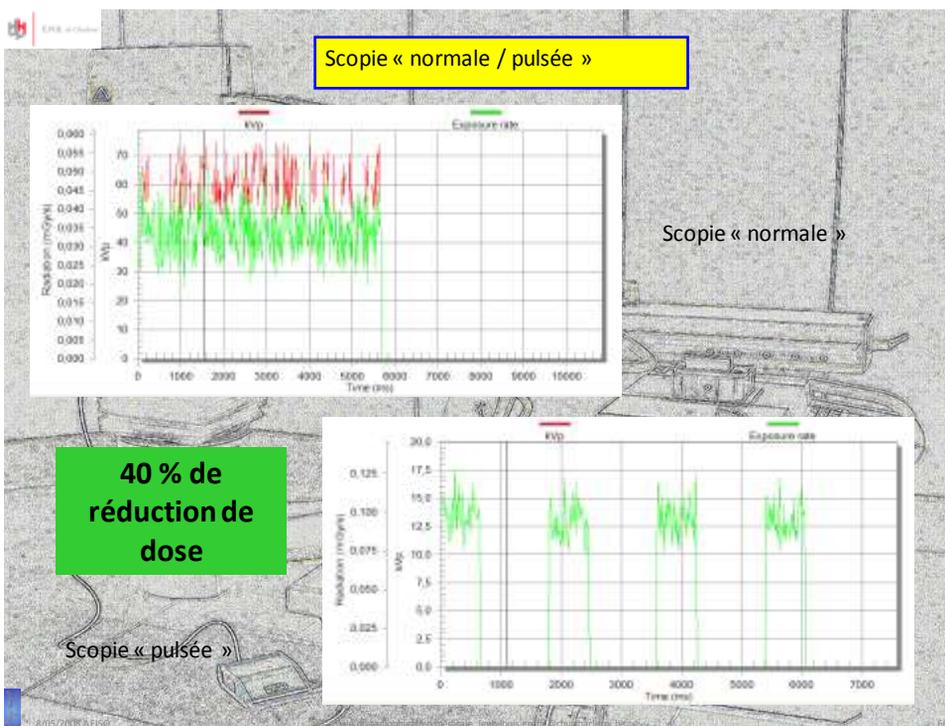
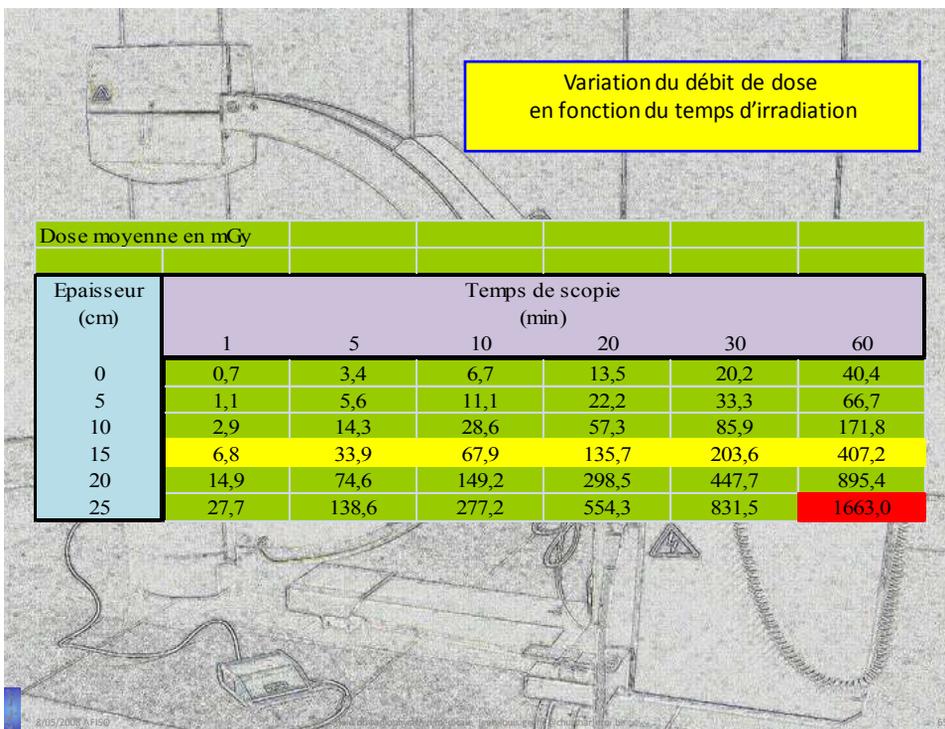




Ampli Philips BV300 n°CHUCS1226

Produit et numéro de série	Mesures				PPM	E	Evaluation
	2004	2005	2006	2007			
Alignement du tube							
Déviations (°)	0,3	0,1	0,8	-0,2	1	1	en ordre
Déviations (cm)	0,4	0,0	0,2	-0,2	1	1	en ordre
Pli et décalage (mm)	0,7	0,1	0,2	-0,4	1	1	en ordre
Alignement centre Fil et centre électrode (mm)	0,3	0,2	0,2	-0,1	1	1	en ordre
Concordance centre Fil et centre électrode (mm)	0,3	0,2	0,2	-0,1	1	1	en ordre
Décalage du tube (mm)	0,9	0,6	0,0	-0,5	1	1	en ordre
Collimation antérieure (%)	0,0	0,0	0,0	-0,0	1	1	en ordre
Taille de tube (mm)	0,0	0,0	0,0	-0,0	1	1	en ordre
Taille (prévision d'achat) (mm)	0,0	0,0	0,0	-0,0	1	1	en ordre
Taille réelle (prévision d'achat)	0,0	0,0	0,0	-0,0	1	1	en ordre
Source de rayons X							
Rendement du tube à 80 kVp (µgA.kV à 10)	20,0	20,0	20,0	-0,0	1	1	en ordre
Reproductibilité du rendement du tube (%)	0,4	0,2	0,2	-0,2	1	1	en ordre
Uniformité du rendement du tube (%)	-	-	-	-0,0	1	1	en ordre
Variation du Rendement en fonction du courant (%)	-	-	-	-0,0	1	1	en ordre
Débit de dose à la distance foyer-tube (mAs)	2,0	1,0	2,0	-1,0	1	1	en ordre
Tension appliquée au tube							
Fluctuation de la tension du tube (%)	0,6	0,2	0,0	-0,6	1	1	en ordre
Reproductibilité de la tension du tube (%)	0,2	0,1	0,1	-0,1	1	1	en ordre
Variation de la tension (mmHg)	-	-	-	-0,0	1	1	en ordre
Filtre en tube: Coefficient de demi-épaisseur (mm)	0,7	0,1	0,1	-0,6	1	1	en ordre
Temps d'exposition pour 100mAs (s)	-	-	-	-0,0	1	1	en ordre
Exposition automatique							
Contrôle de densité optique central	-	-	-	-0,0	1	1	en ordre
Ecart max de l'exposition auto en temps d'exposition (SEC)	-	-	-	-0,0	1	1	en ordre
Ecart max de l'exposition auto en (kV, obj)	-	-	-	-0,0	1	1	en ordre
Ecart max de l'exposition auto en (mmHg du tube) (SEC)	-	-	-	-0,0	1	1	en ordre
Fluoroscopie							
Débit de dose à l'écran (mR/s)	0,0	0,0	0,0	-0,0	1	1	en ordre
Débit de dose à l'écran à l'entrée du champ (mR/s)	0,0	0,0	0,0	-0,0	1	1	en ordre
Qualité de l'image: Résolution en mode coupe (lp)	1,0	1,0	1,0	-0,0	1	1	en ordre
Qualité de l'image: Résolution en mode coupe (lp)	1,0	1,0	1,0	-0,0	1	1	en ordre
Minuterie (min)	-	-	-	-0,0	1	1	en ordre
Rapport de tube de champ de l'appareil et de l'écran	-	-	-	-0,0	1	1	en ordre
Ampli Philips BV300 n°HCC1102							
Alignement du tube							
Déviations (°)	0,1	0,0	0,0	-0,1	1	1	en ordre
Déviations (cm)	0,4	0,0	0,0	-0,4	1	1	en ordre
Pli et décalage (mm)	0,7	0,0	0,0	-0,7	1	1	en ordre
Alignement centre Fil et centre électrode (mm)	0,3	0,1	0,2	-0,1	1	1	en ordre
Concordance centre Fil et centre électrode (mm)	0,3	0,1	0,2	-0,1	1	1	en ordre
Décalage du tube (mm)	0,9	0,6	0,0	-0,9	1	1	en ordre
Collimation antérieure (%)	0,0	0,0	0,0	-0,0	1	1	en ordre
Taille de tube (mm)	0,0	0,0	0,0	-0,0	1	1	en ordre
Taille (prévision d'achat) (mm)	0,0	0,0	0,0	-0,0	1	1	en ordre
Taille réelle (prévision d'achat)	0,0	0,0	0,0	-0,0	1	1	en ordre
Source de rayons X							
Rendement du tube à 80 kVp (µgA.kV à 10)	20,0	20,0	20,0	-0,0	1	1	en ordre
Reproductibilité du rendement du tube (%)	0,4	0,2	0,2	-0,2	1	1	en ordre
Uniformité du rendement du tube (%)	-	-	-	-0,0	1	1	en ordre
Variation du Rendement en fonction du courant (%)	-	-	-	-0,0	1	1	en ordre
Débit de dose à la distance foyer-tube (mAs)	2,0	1,0	2,0	-1,0	1	1	en ordre
Tension appliquée au tube							
Fluctuation de la tension du tube (%)	0,6	0,2	0,0	-0,6	1	1	en ordre
Reproductibilité de la tension du tube (%)	0,2	0,1	0,1	-0,1	1	1	en ordre
Variation de la tension (mmHg)	-	-	-	-0,0	1	1	en ordre
Filtre en tube: Coefficient de demi-épaisseur (mm)	0,7	0,1	0,1	-0,6	1	1	en ordre
Temps d'exposition pour 100mAs (s)	-	-	-	-0,0	1	1	en ordre
Exposition automatique							
Contrôle de densité optique central	-	-	-	-0,0	1	1	en ordre
Ecart max de l'exposition auto en temps d'exposition (SEC)	-	-	-	-0,0	1	1	en ordre
Ecart max de l'exposition auto en (kV, obj)	-	-	-	-0,0	1	1	en ordre
Ecart max de l'exposition auto en (mmHg du tube) (SEC)	-	-	-	-0,0	1	1	en ordre
Fluoroscopie							
Débit de dose à l'écran (mR/s)	0,0	0,0	0,0	-0,0	1	1	en ordre
Débit de dose à l'écran à l'entrée du champ (mR/s)	0,0	0,0	0,0	-0,0	1	1	en ordre
Qualité de l'image: Résolution en mode coupe (lp)	1,0	1,0	1,0	-0,0	1	1	en ordre
Qualité de l'image: Résolution en mode coupe (lp)	1,0	1,0	1,0	-0,0	1	1	en ordre
Minuterie (min)	-	-	-	-0,0	1	1	en ordre
Rapport de tube de champ de l'appareil et de l'écran	-	-	-	-0,0	1	1	en ordre





La radioprotection au bloc opératoire

- ✓ Législation
- ✓ Principe physique
- ✓ Radioprotection: Principe de base
- ✓ Dosimètre
- ✓ Scopie et dose
- ✓ Effet des radiations
- ✓ Ordre de grandeur
- ✓ Conclusion

Facteur de risque déterministe par irradiation ionisante

Example of chronic skin injury due to cumulative skin dose of ~20,000 mGy (20 Gy) from coronary angiography and x2 angioplasties



21 months after first procedure, base of ulcer exposes spinous process

Ref: Information abstracted from ICRP Publication 85

Facteur de risque déterministe par irradiation ionisante

Doses in interventional procedures

Effect	Threshold dose (Gy)	Minutes fluoro at 0.02 Gy/min	Minutes fluoro at 0.2 Gy/min
Transient erythema	2	100	10
Permanent epilation	7	350	35
Dry desquamation	14	700	70
Dermal necrosis	18	900	90
Telangiectasia	10	500	50
Cataract	>5	>250 to eye	>25 to eye
Skin cancer	Not known	Not known	Not known

Réf: Information abstracted from ICRP Publication 85
8/05/2008 AFI09

Facteur de risque stochastique par irradiation ionisante

La valeur des facteurs de risque de décès par cancer
Les valeurs des facteurs de risques de décès par cancer après exposition du corps entier aux rayonnements ionisants, proposés par la CIPR en 1990.
Il est à remarquer que dans une population de 10.000 personnes le nombre de décès par cancer naturel est de 2.500.

FACTEURS DE RISQUE DE DECES PAR CANCER

Type de population	Valeur du facteur de risque
Tous les âges	$5 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Sv}^{-1} \cdot \text{homme}^{-1}$
18 à 65 ans	$4 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Sv}^{-1} \cdot \text{homme}^{-1}$

FACTEURS DE RISQUE D'EFFETS HEREDITAIRES

Type de population	Valeur du facteur de risque
Tous les âges	$1 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Sv}^{-1}$
18 à 65 ans	$0,6 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Sv}^{-1}$

FACTEURS DE RISQUE GLOBAL

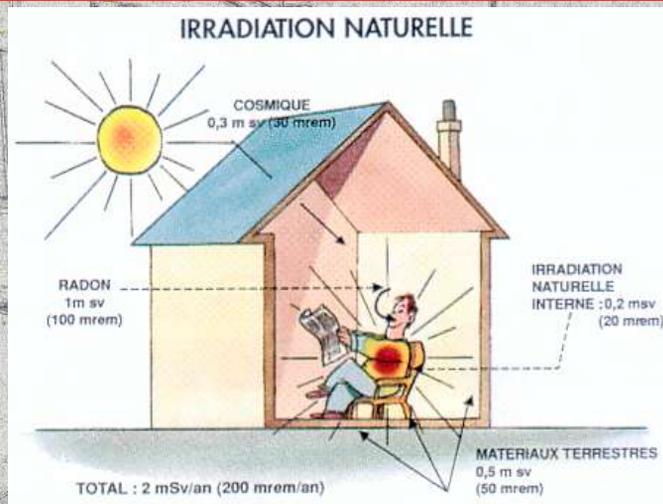
Population exposée	Cancer mortel (I)	Cancer non mortel	Effets héréditaires graves	Total
Travailleurs adultes	$4,0 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Sv}^{-1}$	$0,8 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Sv}^{-1}$	$0,8 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Sv}^{-1}$	$5,6 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Sv}^{-1}$
Population entière	$5,0 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Sv}^{-1}$	$1,0 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Sv}^{-1}$	$1,3 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Sv}^{-1}$	$7,3 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Sv}^{-1}$

Réf: ICRP Publication 60
8/05/2008 AFI09

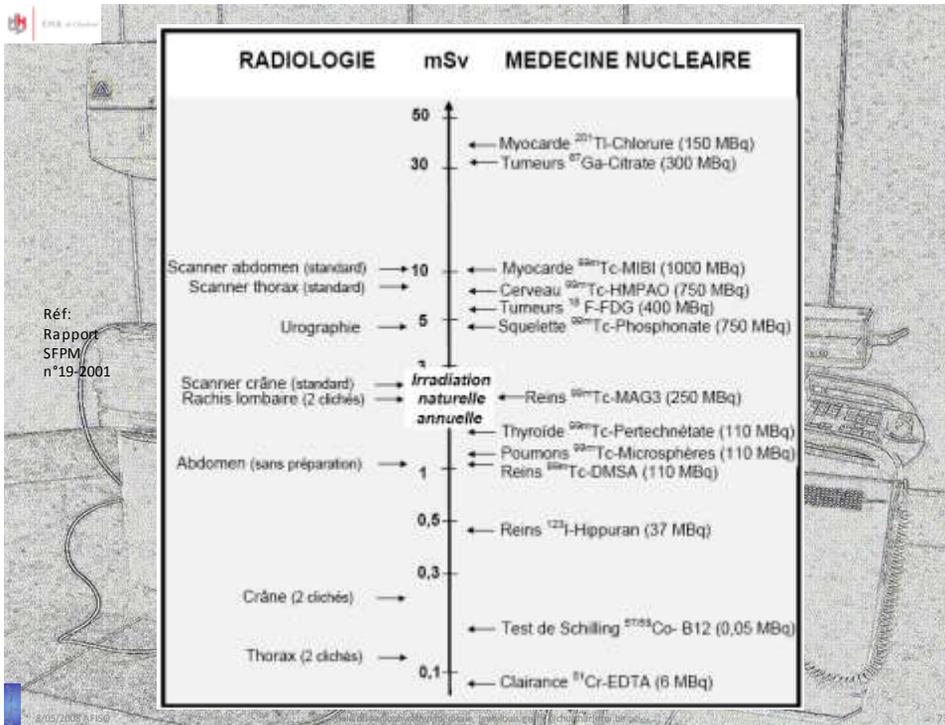
La radioprotection au bloc opératoire

- ✓ Législation
- ✓ Principe physique
- ✓ Radioprotection: Principe de base
- ✓ Dosimètre
- ✓ Scopie et dose
- ✓ Effet des radiations
- ✓ **Ordre de grandeur**
- ✓ Conclusion

Irradiation naturelle



L'IRRADIATION NATURELLE EST DONC D'ENVIRON 2 mSv/an.

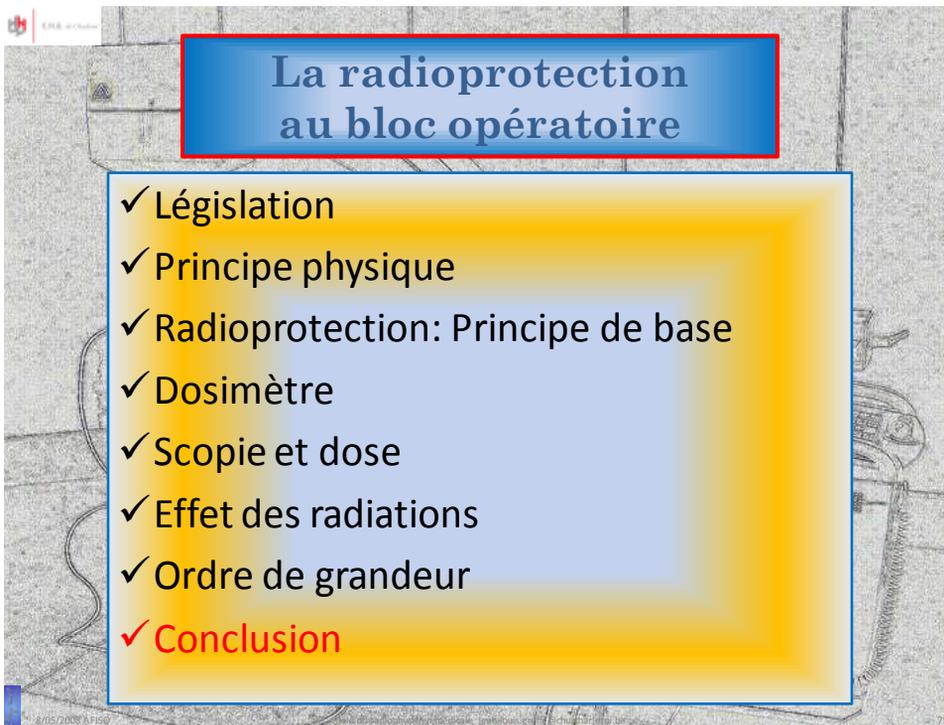


Risques

Le risque de 1 mort sur 1000 000

- 10 jour de travail en médecine nucléaire
- Fumer 1.4 cigarettes
- Vivre 2 jours dans une ville polluée
- Alpinisme pendant 1.5 min
- Voyage en voiture 480 km
- Voyage en avion 1600 km

Réf: Adapted from DOE Radiation Worker Training, based on work by B.L Cohen, Sc.D. COHEN B-L, 1991. Catalog of risks extended and updated. *Health Physics*, 61, 3, 317-335.

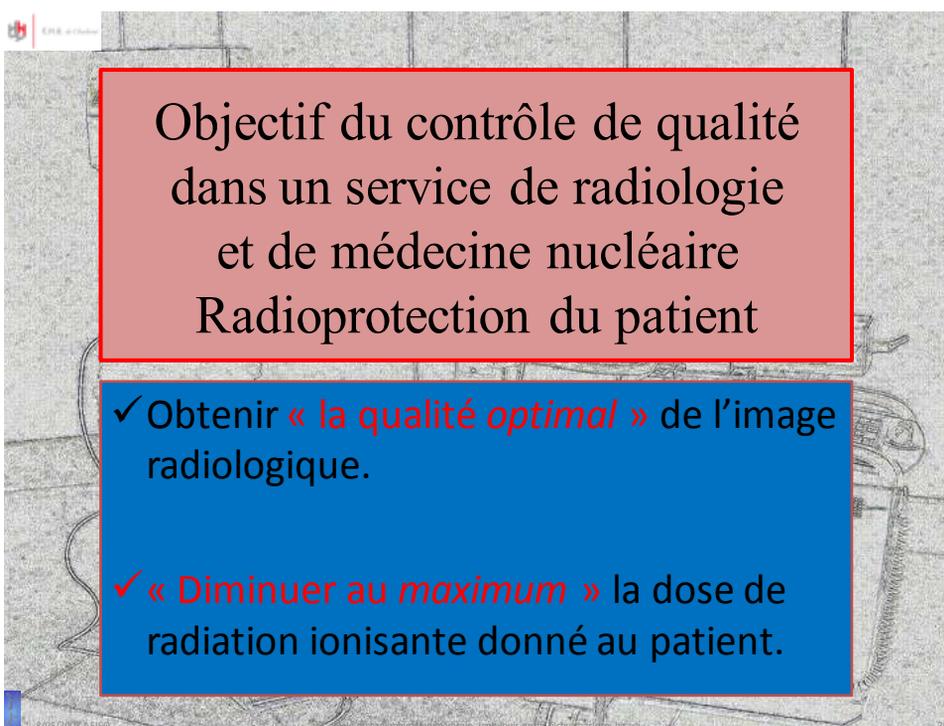


ERB

La radioprotection au bloc opératoire

- ✓ Législation
- ✓ Principe physique
- ✓ Radioprotection: Principe de base
- ✓ Dosimètre
- ✓ Scopie et dose
- ✓ Effet des radiations
- ✓ Ordre de grandeur
- ✓ Conclusion

8/05/2008 AF109 75



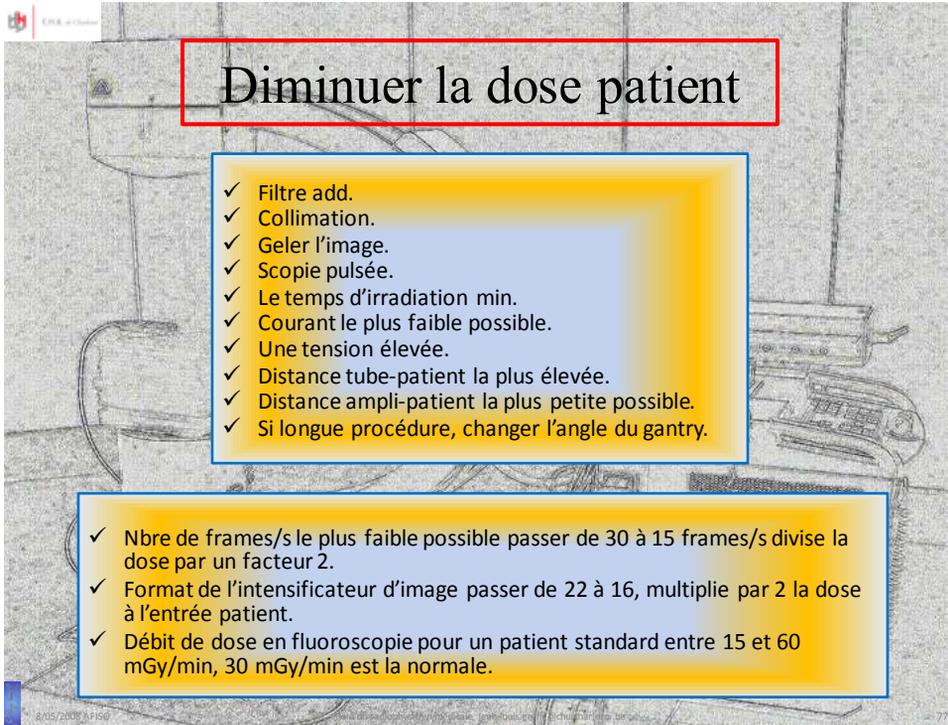
ERB

Objectif du contrôle de qualité dans un service de radiologie et de médecine nucléaire

Radioprotection du patient

- ✓ Obtenir « *la qualité optimale* » de l'image radiologique.
- ✓ « *Diminuer au maximum* » la dose de radiation ionisante donné au patient.

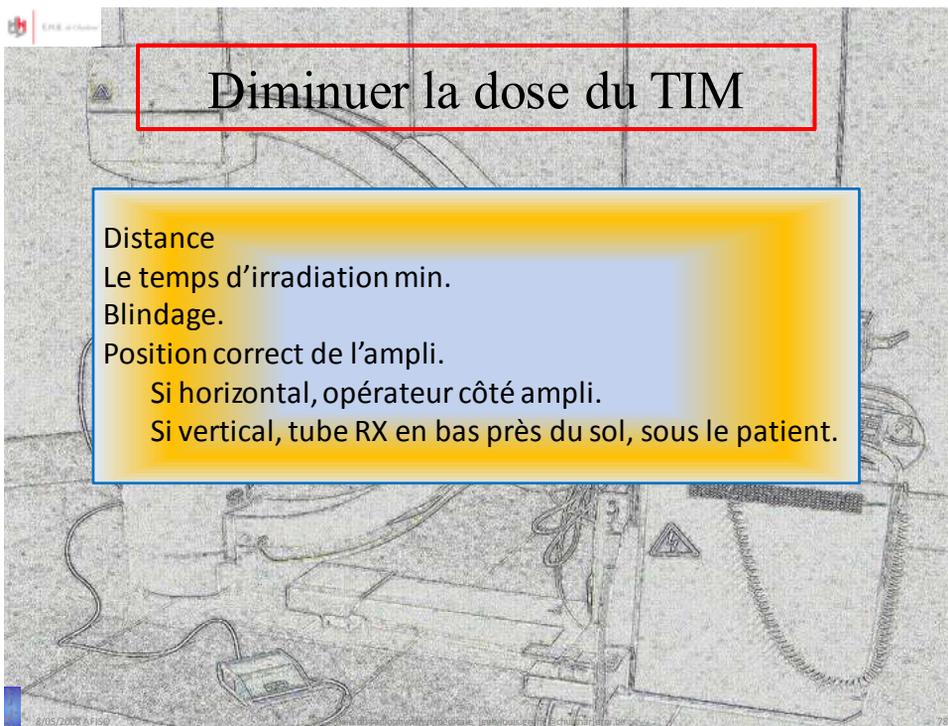
8/05/2008 AF109 76



Diminuer la dose patient

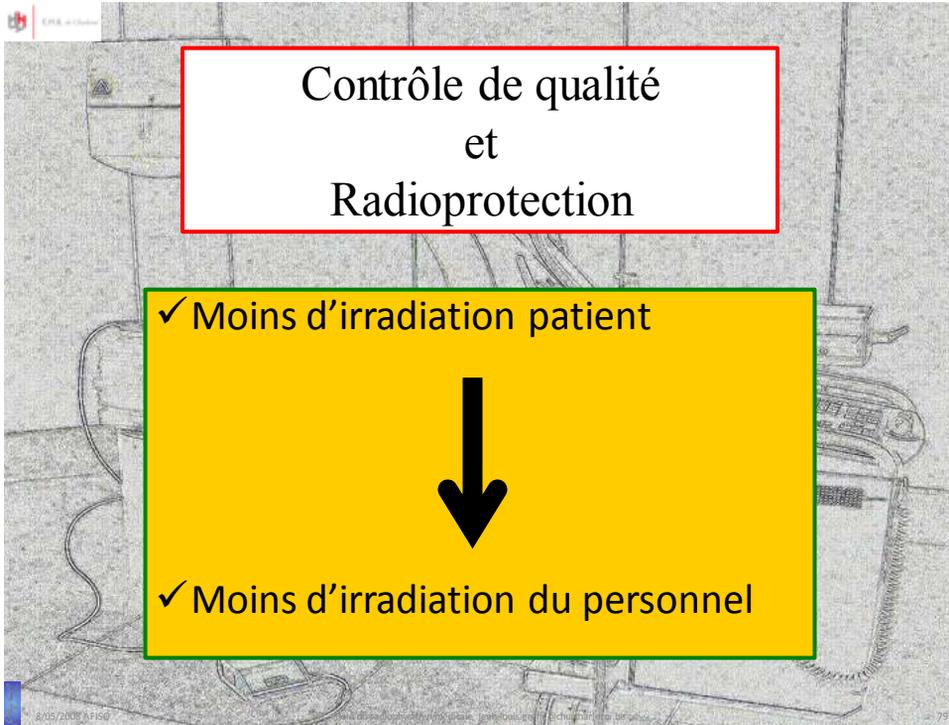
- ✓ Filtre add.
- ✓ Collimation.
- ✓ Geler l'image.
- ✓ Scopie pulsée.
- ✓ Le temps d'irradiation min.
- ✓ Courant le plus faible possible.
- ✓ Une tension élevée.
- ✓ Distance tube-patient la plus élevée.
- ✓ Distance ampli-patient la plus petite possible.
- ✓ Si longue procédure, changer l'angle du gantry.

- ✓ Nbre de frames/s le plus faible possible passer de 30 à 15 frames/s divise la dose par un facteur 2.
- ✓ Format de l'intensificateur d'image passer de 22 à 16, multiplie par 2 la dose à l'entrée patient.
- ✓ Débit de dose en fluoroscopie pour un patient standard entre 15 et 60 mGy/min, 30 mGy/min est la normale.



Diminuer la dose du TIM

Distance
Le temps d'irradiation min.
Blindage.
Position correct de l'ampli.
Si horizontal, opérateur côté ampli.
Si vertical, tube RX en bas près du sol, sous le patient.

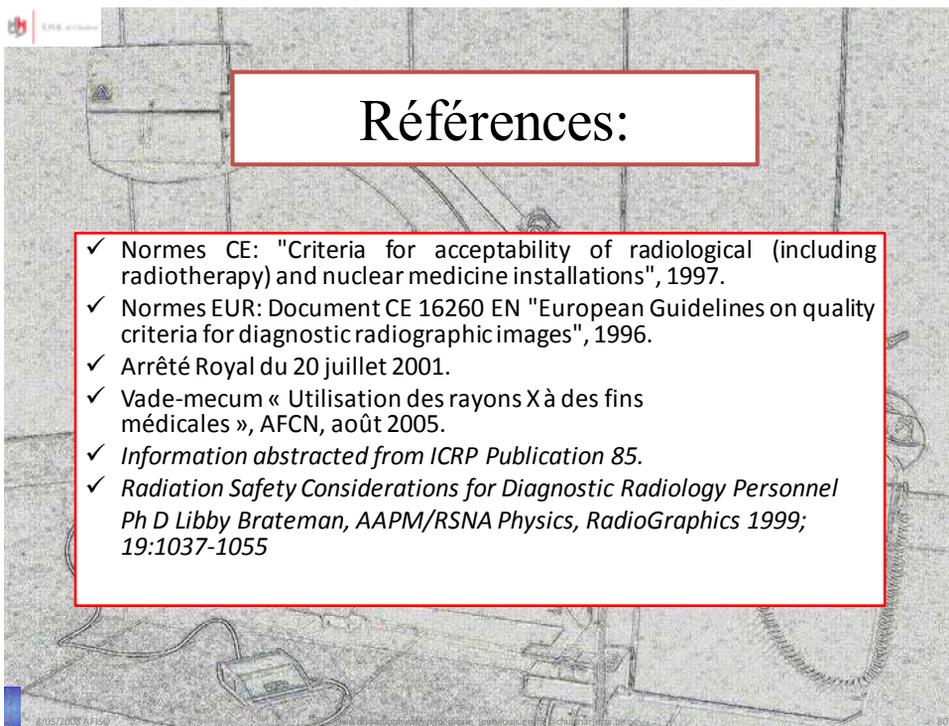


Contrôle de qualité
et
Radioprotection

✓ Moins d'irradiation patient

↓

✓ Moins d'irradiation du personnel



Références:

- ✓ Normes CE: "Criteria for acceptability of radiological (including radiotherapy) and nuclear medicine installations", 1997.
- ✓ Normes EUR: Document CE 16260 EN "European Guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images", 1996.
- ✓ Arrêté Royal du 20 juillet 2001.
- ✓ Vade-mecum « Utilisation des rayons X à des fins médicales », AFCN, août 2005.
- ✓ *Information abstracted from ICRP Publication 85.*
- ✓ *Radiation Safety Considerations for Diagnostic Radiology Personnel*
Ph D Libby Brateman, AAPM/RSNA Physics, *RadioGraphics* 1999;
19:1037-1055



C.H.U. *de Charleroi*

Merci pour votre attention

Jean-louis.grefe@chu-charleroi.be