



Fluoroscopie et radioprotection

SOPHIE COLLINS, MD MSc FRCPC

PROFESSEURE ADJOINTE DE CLINIQUE

DÉPARTEMENT D'ANESTHÉSIOLOGIE ET MÉDECINE DE LA DOULEUR

FACULTÉ DE MÉDECINE, UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

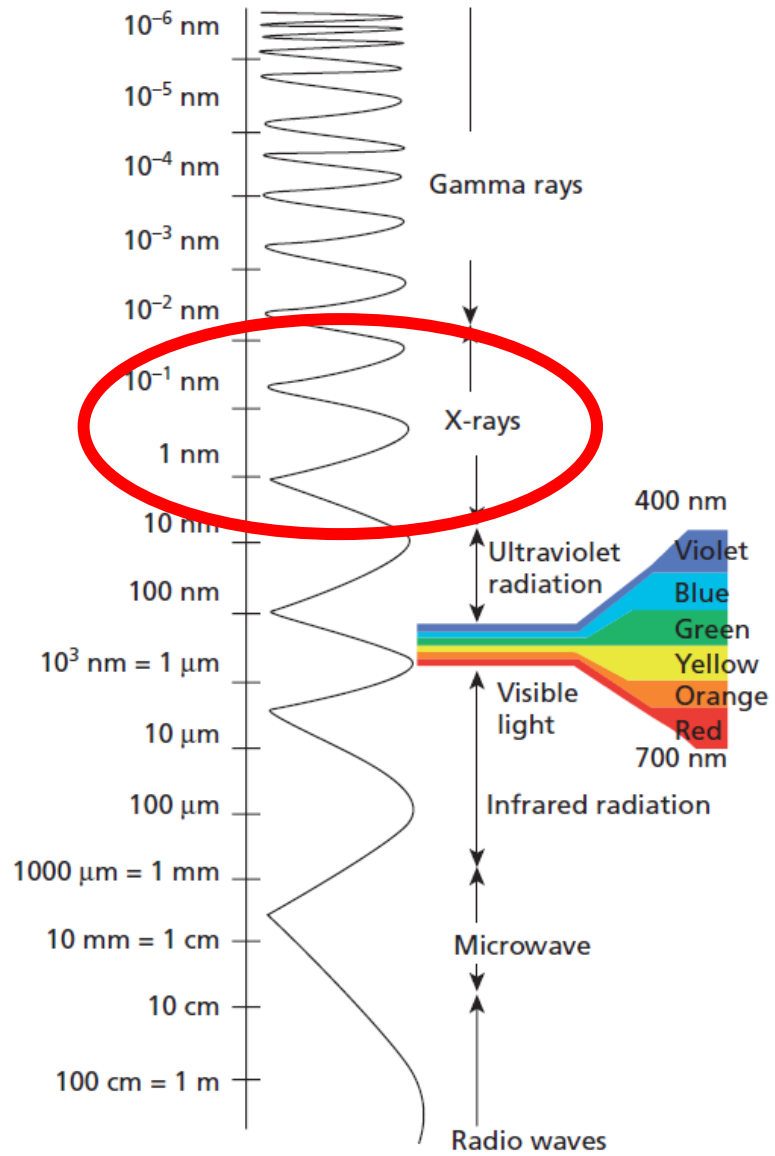
MMD-8800 ET ANR-6000



Plan de la présentation

- ▶ Concepts de base
- ▶ Risque radiologique
- ▶ Principes de radioprotection en fluoroscopie





Rayons X



Historique



W. Conrad Roentgen (1895): rayon X



Thomas Edison et al. (1900): fluoroscope



Zworykin et al. (années 1920-1930):
iconoscope



Deuxième Guerre mondiale: fluoro
avec amplificateur d'image



FDA (1994): obligation de certification pour le
médecin-opérateur



Radiosensibilité

- ▶ Degré croissant selon la nature des tissus
 - ▶ Muscles et cerveau
 - ▶ Endo- et épithéliums
 - ▶ **Moëlle osseuse**



Types de risque biologique



DÉTERMINISTE



STOCHASTIQUE



Risque déterministe



- ▶ Risque associé à un seuil d'exposition spécifique
- ▶ Associé à la formation de radicaux libres
- ▶ Non associé à la radiologie diagnostique/interventionnelle
- ▶ Effet dose-réponse: nécrose en fonction de la dose de radiation
 - ▶ Cataractes
 - ▶ Infertilité
 - ▶ Alopécie
 - ▶ Réactions cutanées



Risque stochastique



- ▶ Absence de seuil sécuritaire
- ▶ Effet "tout ou rien": gravité indépendante de la dose d'exposition
 - ▶ Aléatoire, mais proportionnel à l'exposition à vie
 - ▶ Endommagement de l'ADN: trois issues possibles
 - ▶ Apoptose
 - ▶ Réparation cellulaire
 - ▶ Mutagenèse
 - ▶ Leucémie
 - ▶ Tumeurs malignes solides



Table 6.2 Potential Effects of Fluoroscopy on Skin

Effect	Single Dose (mrem)	Onset	Peak
Early transient erythema	200,000	Hours	≈24 hours
Erythema	600,000	10 days	≈2 weeks
Dry desquamation	1,000,000	≈4 weeks	≈5 weeks
Dermal atrophy	1,000,000	>14 weeks	—
Dermal necrosis	1,800,000	>10 weeks	—
Secondary ulceration	2,000,000	>6 weeks	—
Skin cancer	Unknown		

Fox, K. W., L. Berkwits and M. B. Furman (2018) Elsevier



Perception altérée du risque

- ▶ Risque retardé par rapport à l'exposition
- ▶ Imperceptible par nos cinq sens





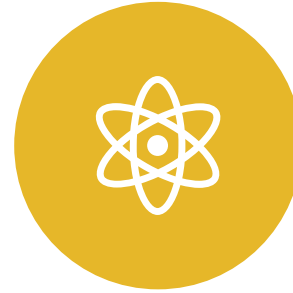
ALARA

AS LOW AS REASONABLY ACHIEVABLE





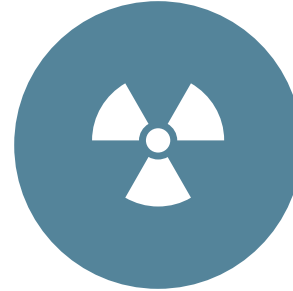
Mesure de l'énergie absorbée dans une masse de tissu: rad



SI: $1 \text{ J/kg} = 1 \text{ Gray} = 100 \text{ rad}$



Mesure occupationnelle: *radiation equivalent man (rem)*



SI: $1 \text{ Sievert} = 100 \text{ rem}$

Quantification du risque d'exposition





Doses tissulaires pathologiques

Table 6.3 Minimal pathological dose to target organ and effects

Target organ	Dose*(rad)	(Gy)	Results
Ocular lens	200	(2)	Cataract
Skin	500	(5)	Erythema
Skin	700	(7)	Permanent alopecia
Full body	200–700	(2–7)	Death due to hematopoietic failure in 4–6 weeks
Full body	700–5000	(7–50)	Death due to gastrointestinal failure in 3–4 days
Full body	5000–10000	(50–100)	Death due to cerebral edema in 1–2 days

Source: Scott et al. (2002).

P. P. Raj and S. Erdine (2012), John Wiley & Sons, Ltd.



Doses d'exposition annuelles maximales

Table 6.2 Yearly maximum radiation dosages

Area/organ	Permissible yearly maximum doses
Thyroid	50 rem (500 mSv)
Extremities	50 rem (500 mSv)
Ocular lens	15 rem (150 mSv)
Sex glands	50 rem (500 mSv)
Full body	5 rem (50 mSv)
Pregnancy	0.5 rem to fetus (5 mSv)



Dosimétrie passive

English

 **Gouvernement du Canada** **Government of Canada**

Rechercher dans Canada.ca 

MENU ▾

[Accueil](#) > [Ministères et organismes](#) > [Santé Canada](#) > [Santé de l'environnement et du milieu du travail](#) > [Santé et sécurité au travail](#) > [Radiation au travail](#)

Radiation au travail

- Fichier dosimétrique national
- Services nationaux de dosimétrie**
- À propos de nous
- Centre de ressources des Services nationaux

Services nationaux de dosimétrie



Liens rapides

- [À propos de nous](#)
- [Nos produits et nos services](#)
- [Centre de ressources](#)

<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/sante-environnement-milieu-travail/sante-securite-travail/radiation-travail/services-nationaux-dosimetrie.html>



Sites anatomiques de dosimétrie



Sous le tablier de plomb:
organes intraabdominaux



Au collet: peau et yeux



Bague



Exposition du patient



Obésité nécessite dose plus élevée



Dose proportionnelle au courant



Favoriser haut voltage et faible courant



Durée n'est donc pas l'unique mesure d'exposition

"Temps de fluoro" chez deux patients aux IMC différents



Exposition du patient

- ▶ RXP: environ 0,1 mSv
- ▶ Péridurale foraminale double: environ 0,93 mSv
- ▶ CT-thorax: environ 8mSv

- ▶ Vol de 3 h transcontinental: environ 0,9 mSv
- ▶ Conduite automobile de 640 km
- ▶ Radiation naturelle sur 90 jours (0,01 mSv die)



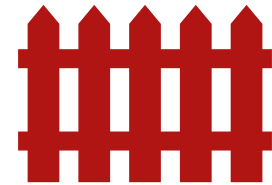
Principes de base de la radioprotection



Temps



Distance



Barrières



Temps de fluoroscopie



Revoir les images
au dossier avant
de commencer



Repères visuels
non
fluoroscopiques



Mode pulsé

Mode continu: 30
images / seconde
Mode pulsé: $\frac{1}{2}$ = 15
images / seconde, $\frac{1}{4}$ =
8 images / seconde



Si aiguilles
multiples: ajuster
simultanément



Sauvegarder la
dernière image



Réfléchir sans le
pied sur la pédale

Diapositive en lecture seule (enregistrement sonore défectueux).



Exemple: éviter
une telle
première image
fluoroscopique

Fox, K. W., L. Berkwits and M. B. Furman (2018) Elsevier



Autres facteurs augmentant la dose

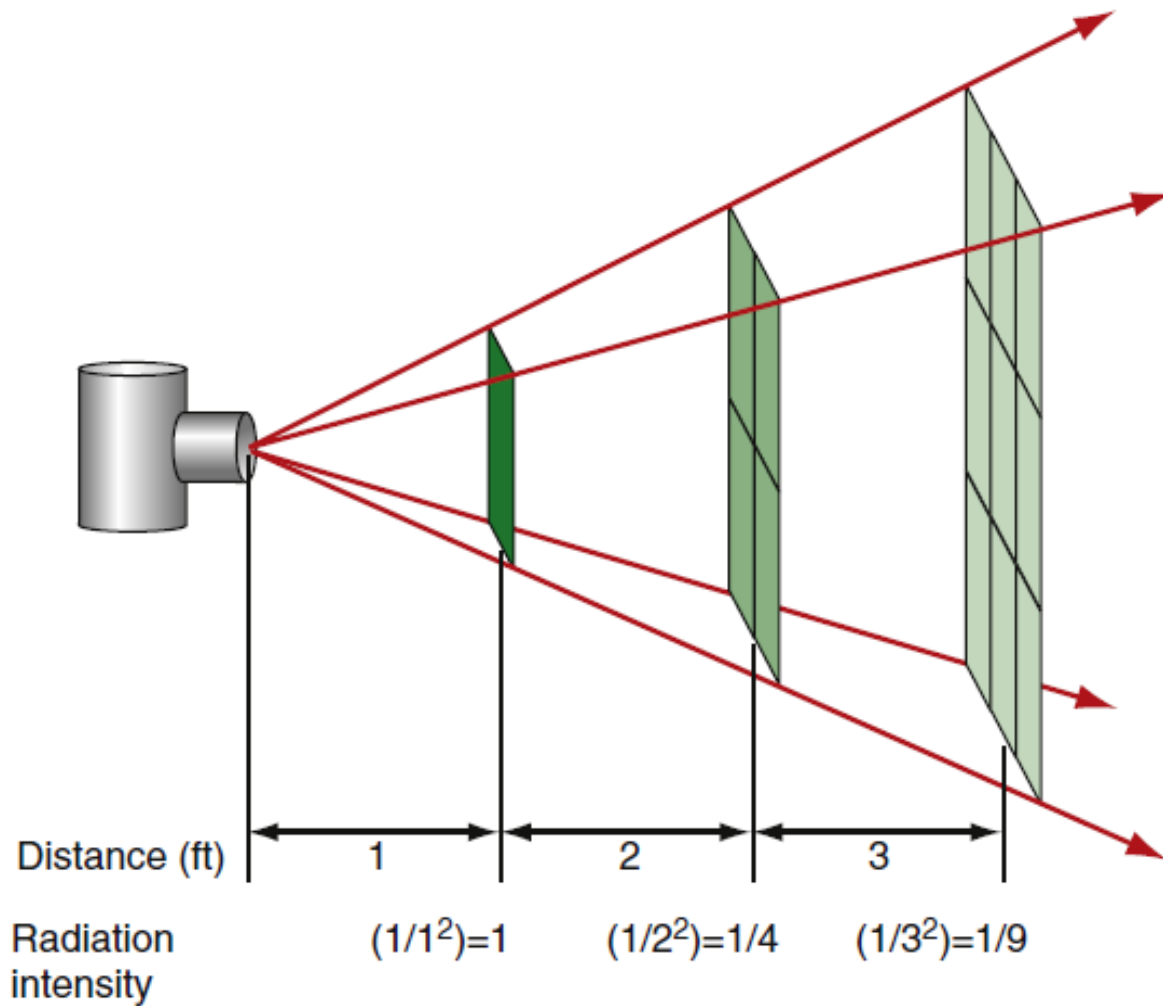


MAGNIFICATION



ANGIOGRAPHIE DE
SOUSTRACTION

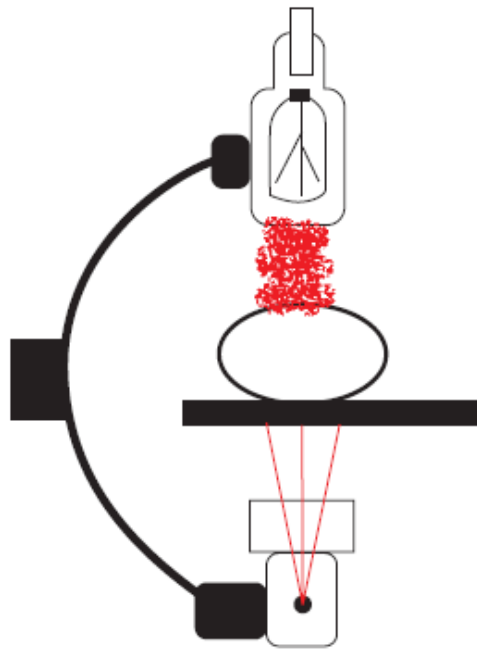




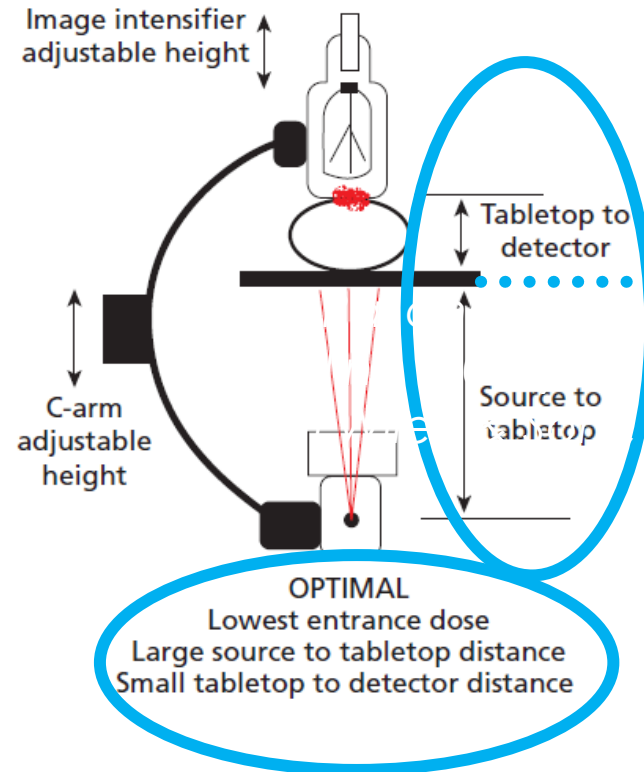
Distance

Fox, K. W., L. Berkwits and M. B. Furman (2018) Elsevier





SUBOPTIMAL
 Highest entrance dose
 Smallest source to tabletop distance
 Large tabletop to detector distance

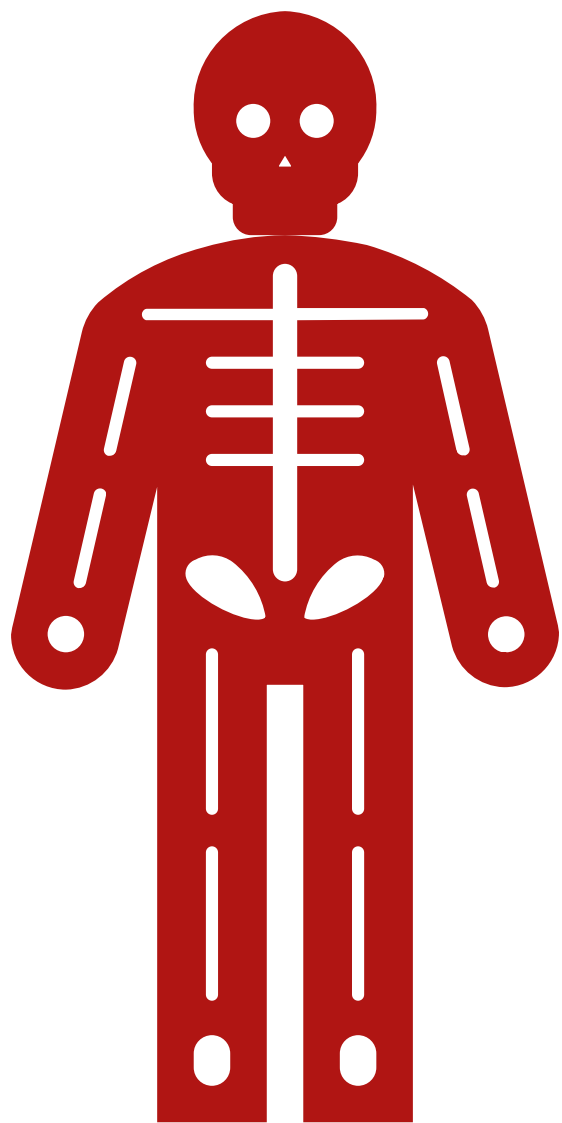


OPTIMAL
 Lowest entrance dose
 Large source to tabletop distance
 Small tabletop to detector distance

Distance tube vs. patient

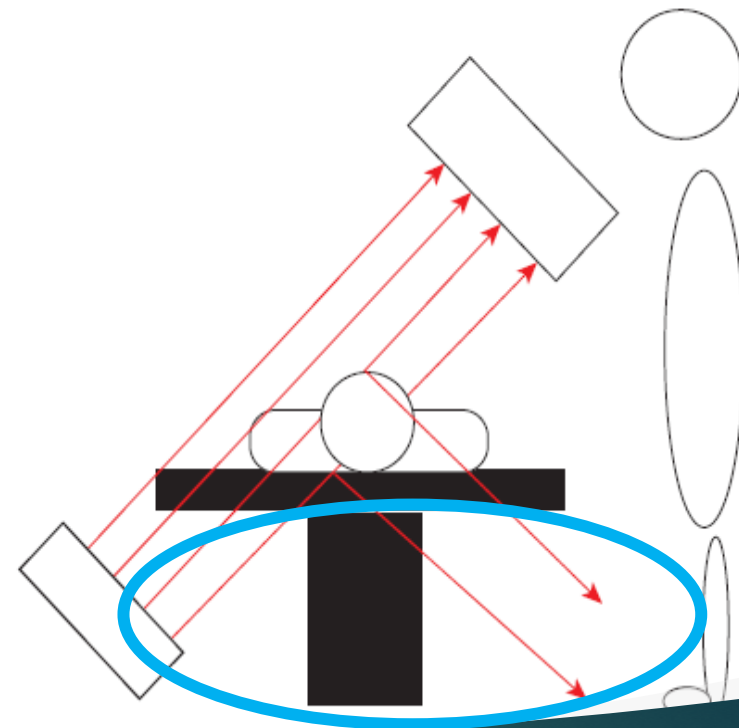
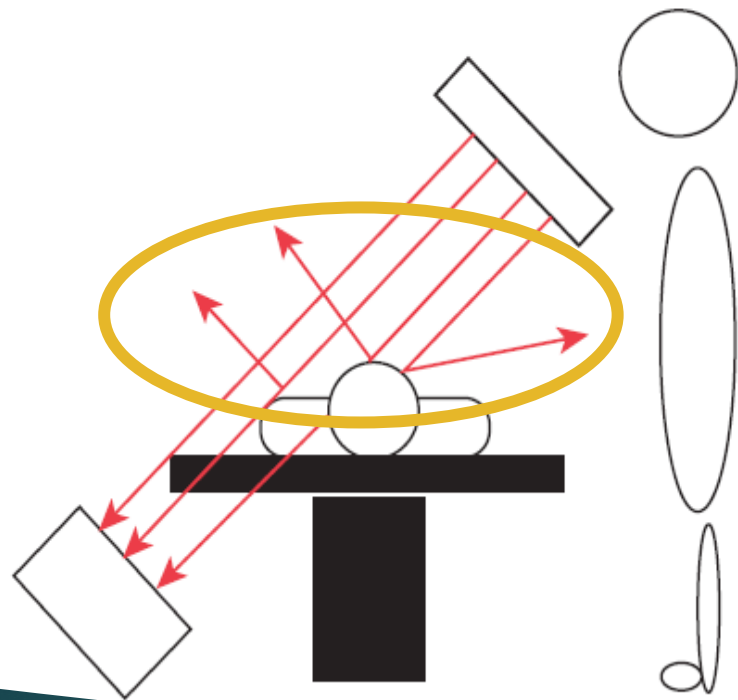
P. P. Raj and S. Erdine (2012), John Wiley & Sons, Ltd.





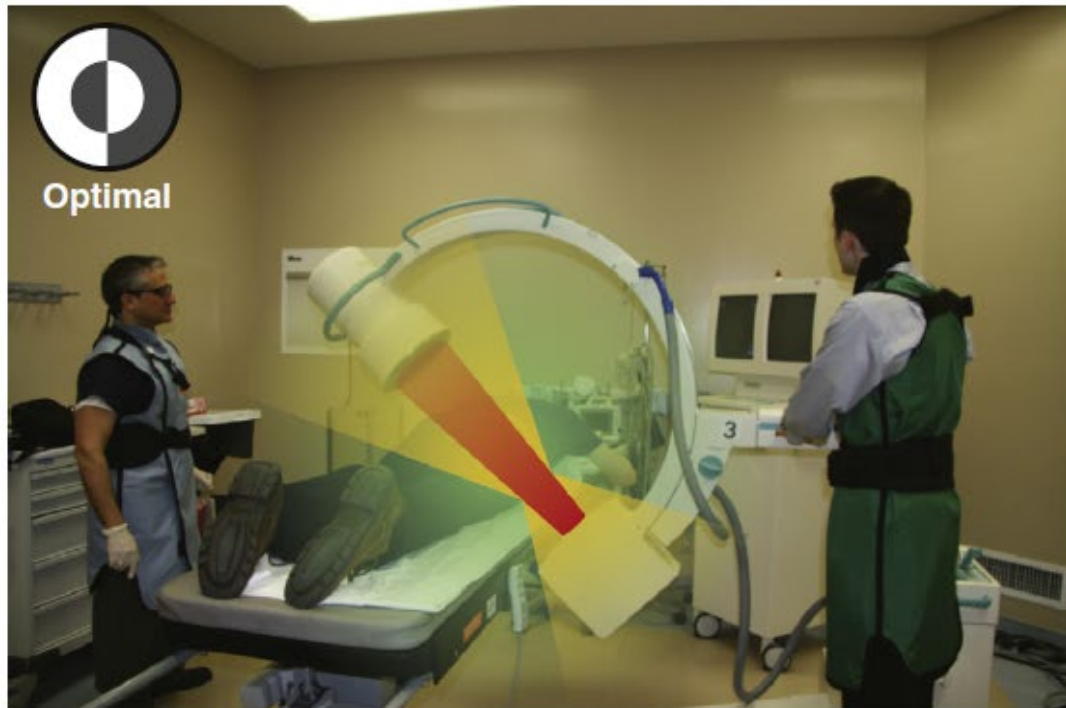
Mitigation
de
l'exposition
aux rayons
dispersés





DISPERSION DES RAYONS (SCATTERING)

Source majeure d'exposition occupationnelle



Fox, K. W., L. Berkwits and M. B. Furman (2018) Elsevier



Barrières



Collimation



Environnement fixe



Protection individuelle



Collimation

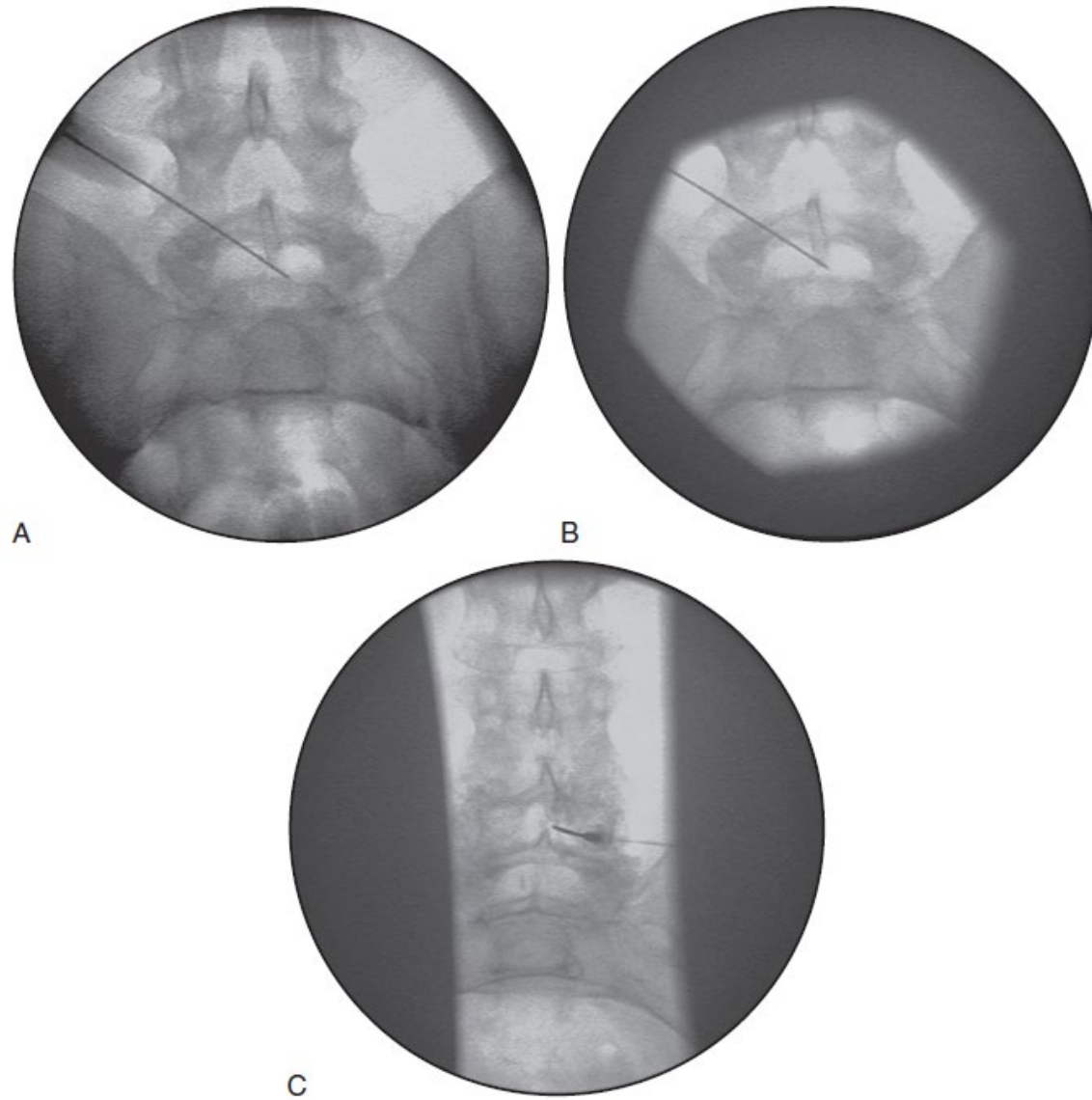
▶ Objectif double

- ▶ Radioprotection
- ▶ Qualité de l'image



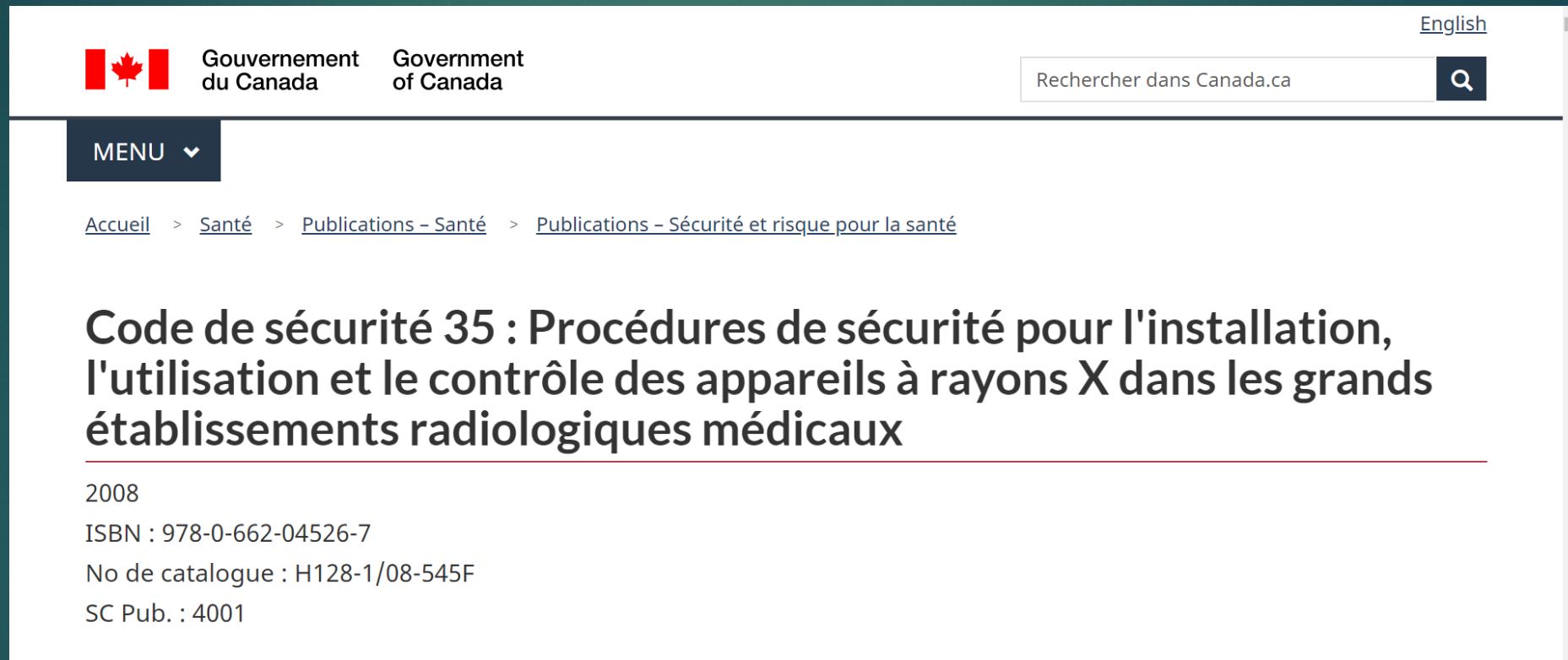
P. Raj and S. Erdine (2012), John Wiley & Sons,





Environnement fixe

- ▶ Murs et portes: équivalent de plombage 1-3 mm

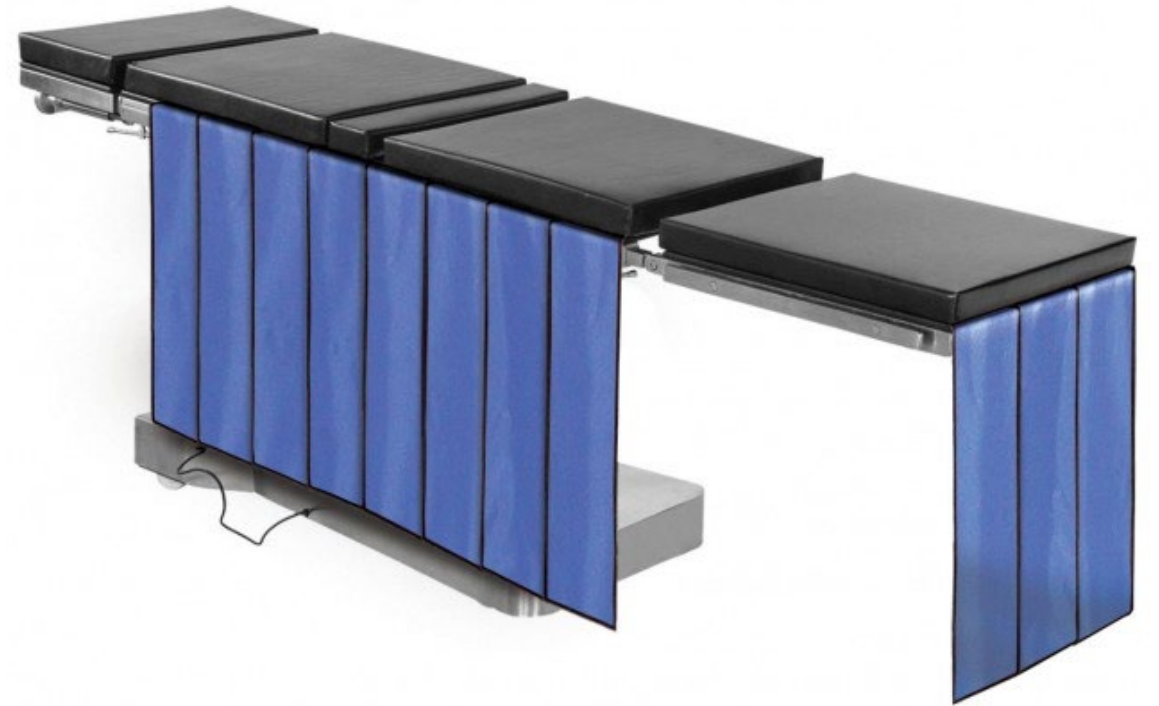


The screenshot shows the top navigation bar of the Canadian government website. It includes the Canadian flag, the text 'Gouvernement du Canada' and 'Government of Canada', a search bar with the text 'Rechercher dans Canada.ca', and a language selector set to 'English'. Below the navigation bar is a 'MENU' dropdown. The breadcrumb trail reads: 'Accueil > Santé > Publications - Santé > Publications - Sécurité et risque pour la santé'. The main heading is 'Code de sécurité 35 : Procédures de sécurité pour l'installation, l'utilisation et le contrôle des appareils à rayons X dans les grands établissements radiologiques médicaux'. Below the heading, the following information is listed: '2008', 'ISBN : 978-0-662-04526-7', 'No de catalogue : H128-1/08-545F', and 'SC Pub. : 4001'.

<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/sante-environnement-milieu-travail/rapports-publications/radiation/code-securite-35-procedures-securite-installation-utilisation-appareils.html>



Environnement fixe



<https://www.xenolitexray.com/product/table-drapes/>



Vêtements et accessoires

- ▶ Tabliers: équivalent-plomb 0,25-0,5 mm
- ▶ Plomb, cuivre, barium, tungstène
- ▶ Absorption de 90-95% des rayons dispersés

- ▶ Gants: équivalent-plomb 0,25 mm
- ▶ Attention à l'augmentation compensatrice de la dose

- ▶ Lunettes: prévention des cataractes



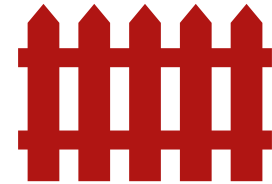
Principes de base de la radioprotection



Temps



Distance



Barrières





*As low as
reasonably
possible...*

*Think with your
foot off the
pedal.*

<https://www.surgicalarms.com/product/ge-oec-wireless-c-arm-foot-hand-control-combo/>



Bibliographie

- ▶ Fox, K. W., L. Berkwits and M. B. Furman (2018). Chapter 6 - Radiation Safety. Atlas of Image-Guided Spinal Procedures (Second Edition). M. B. Furman, Elsevier: 109-123.
- ▶ Miller, D. C., J. Patel, C. C. Smith and C. Spine Intervention Society's Patient Safety (2018). "Fact Finders for Patient Safety: Radiation Safety for Interventional Spine Procedures." Pain Med 19(3): 629-630.
- ▶ Nicol, A. L., B. A. Chung and H. T. Benzon (2018). Chapter 77 - Fluoroscopy and Radiation Safety. Essentials of Pain Medicine (Fourth Edition). H. T. Benzon, S. N. Raja, S. S. Liu, S. M. Fishman and S. P. Cohen, Elsevier: 703-714.e701.
- ▶ Raj, P. P. and S. Erdine (2012). Radiation Safety and Use of Fluoroscopy During Interventional Pain Procedures. Pain-Relieving Procedures: the Illustrated Guide. P. P. Raj and S. Erdine, John Wiley & Sons, Ltd.: 28-39.

