



# 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

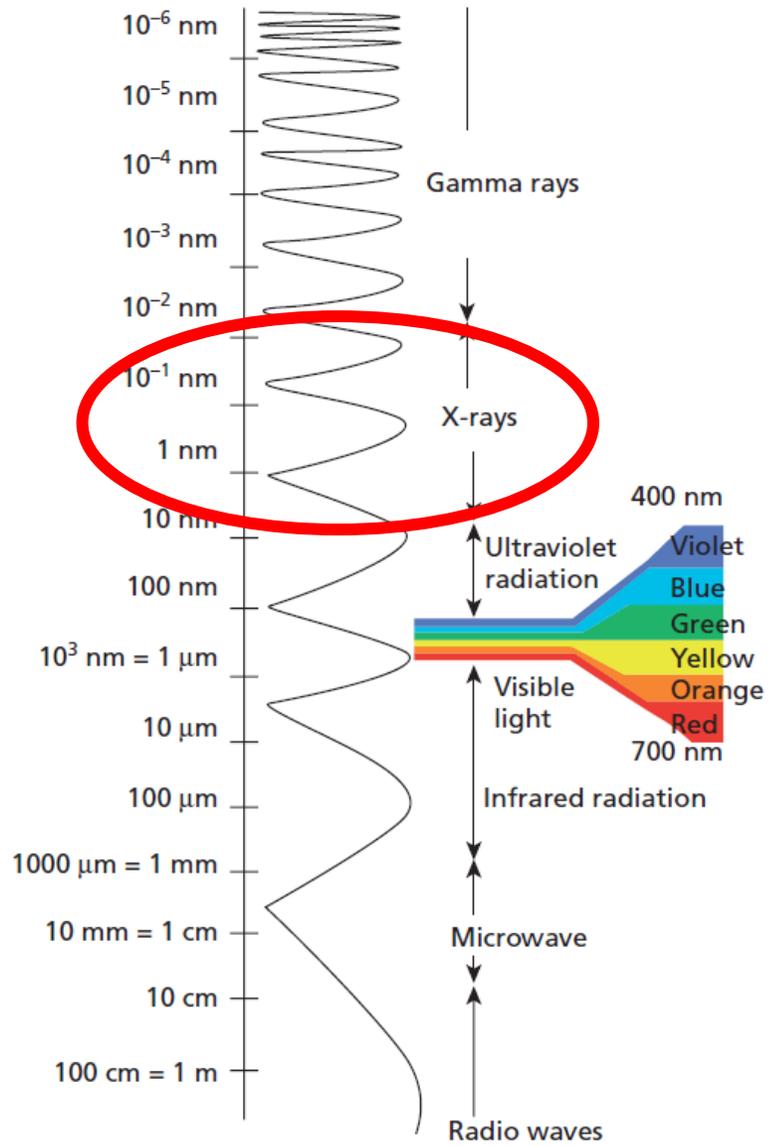
MMD-8800 ET ANR-6000



# 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

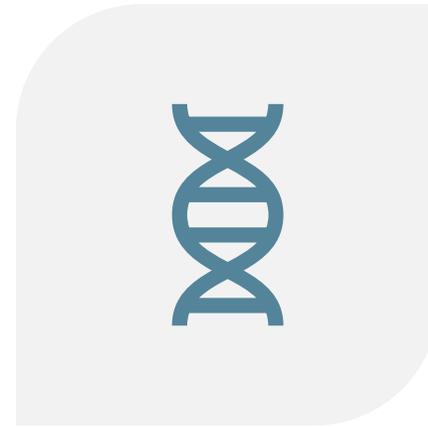
- ▶ Degré croissant selon la nature des tissus
  - ▶ Muscles et cerveau
  - ▶ Endo- et épithéliums
  - ▶ **Moëlle osseuse**



# 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





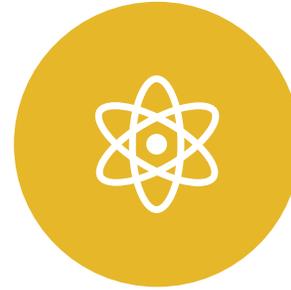
# ALARA

*AS LOW AS REASONABLY ACHIEVABLE*

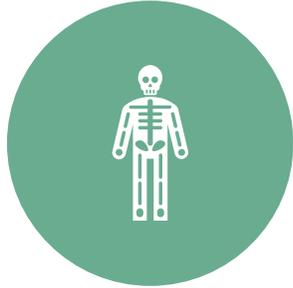




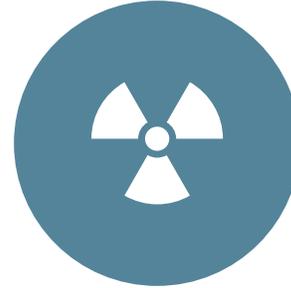
Mesure de l'énergie absorbée dans une masse de tissu: rad



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

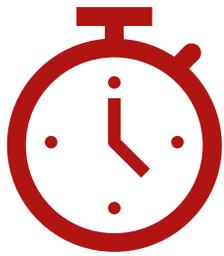


# Exposition du patient

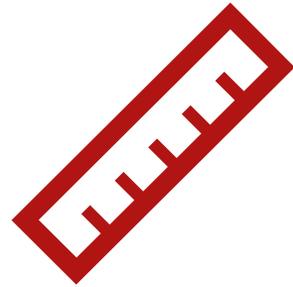
- ▶ RXP: environ 0,1 mSv
- ▶ Péridurale foraminale double: environ 0,93 mSv
- ▶ CT-thorax: environ 8mSv
  
- ▶ Vol de 3 h transcontinental: environ 0,9 mSv
- ▶ Conduite automobile de 640 km
- ▶ Radiation naturelle sur 90 jours (0,01 mSv die)



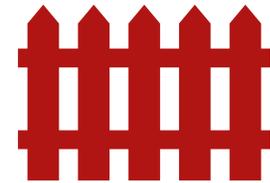
# Principes de base de la radioprotection



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).*



A

Exemple: éviter  
une telle  
première image  
fluoroscopique

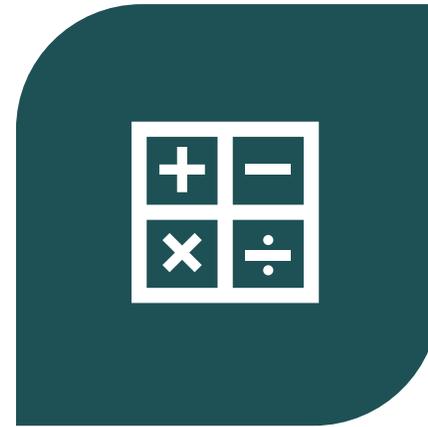
*Fox, K. W., L. Berkwits and M. B. Furman (2018) Elsevier*



# Autres facteurs augmentant la dose

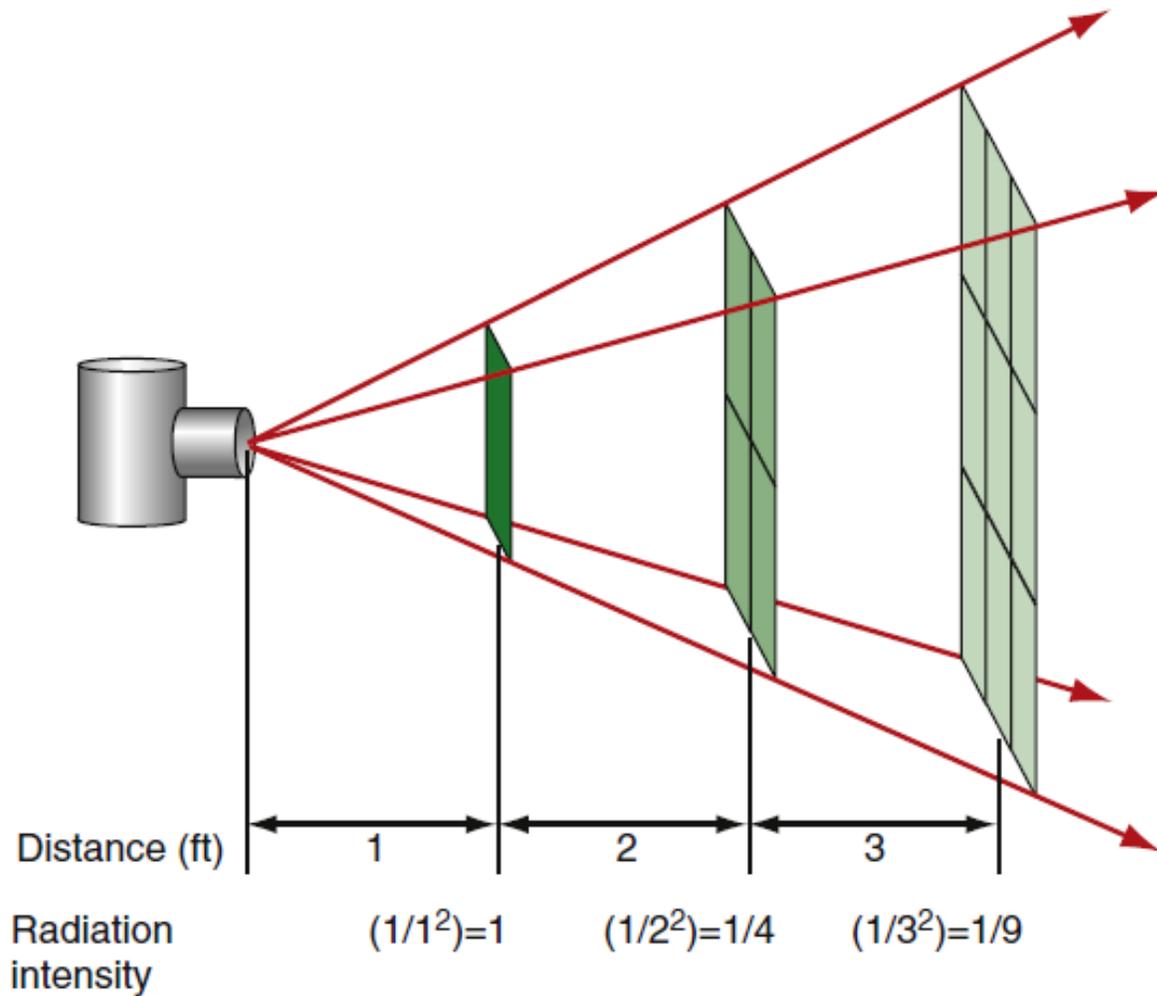


MAGNIFICATION



ANGIOGRAPHIE DE  
SOUSTRACTION

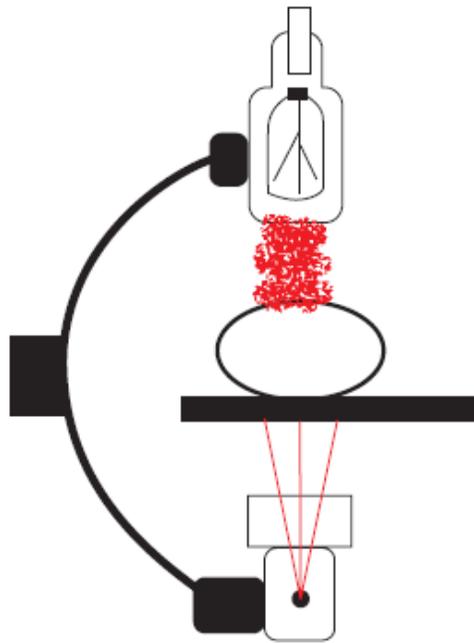




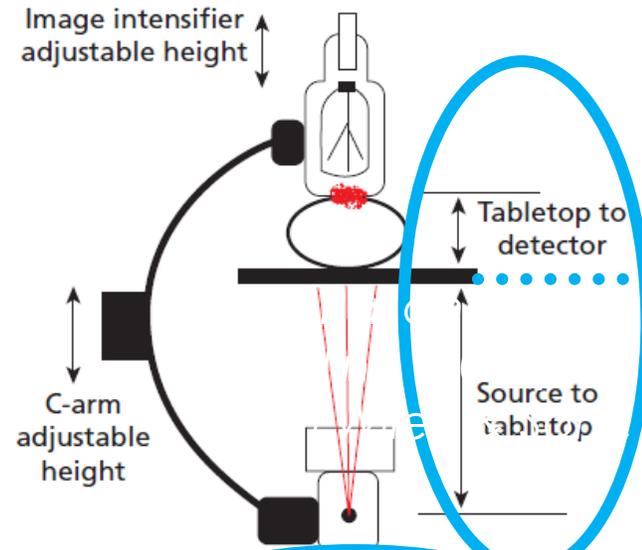
# Distance

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

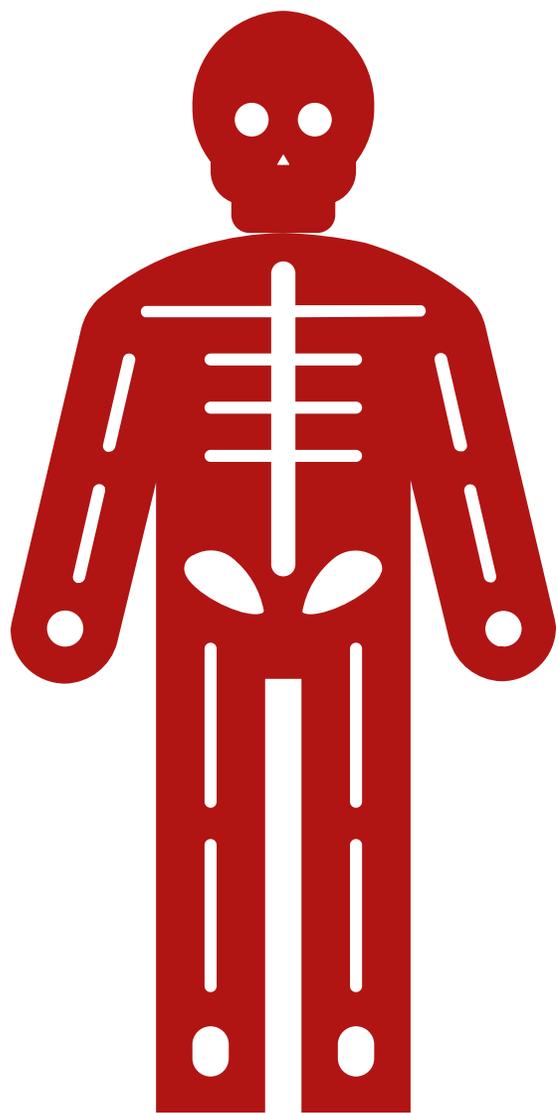


**OPTIMAL**  
 Lowest entrance dose  
 Large source to tabletop distance  
 Small tabletop to detector distance

# Distance tube vs. patient

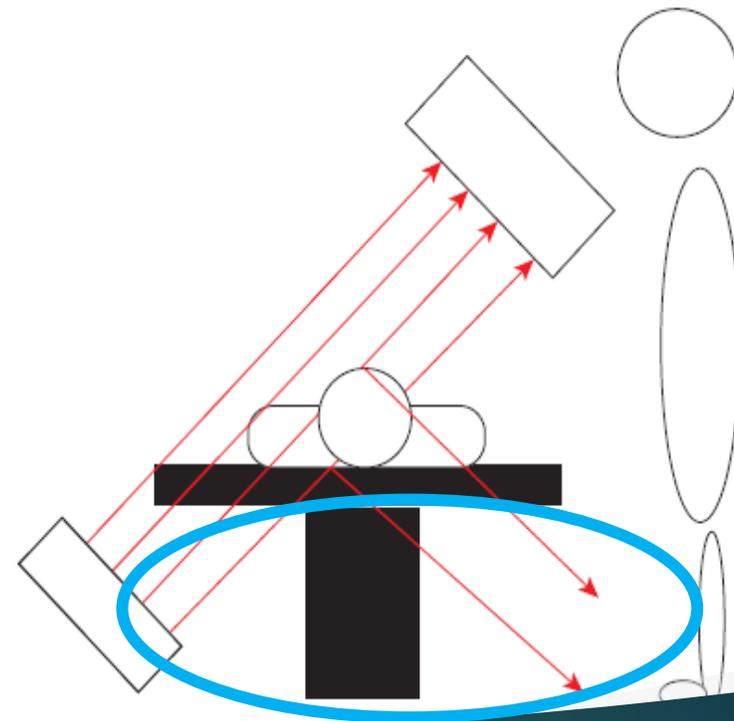
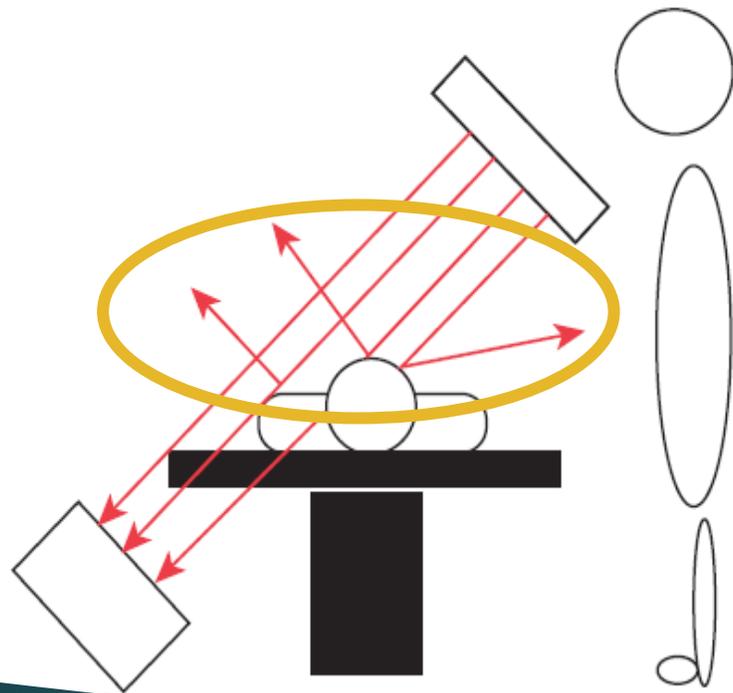
*P. P. Raj and S. Erdine (2012), John Wiley & Sons, Ltd.*





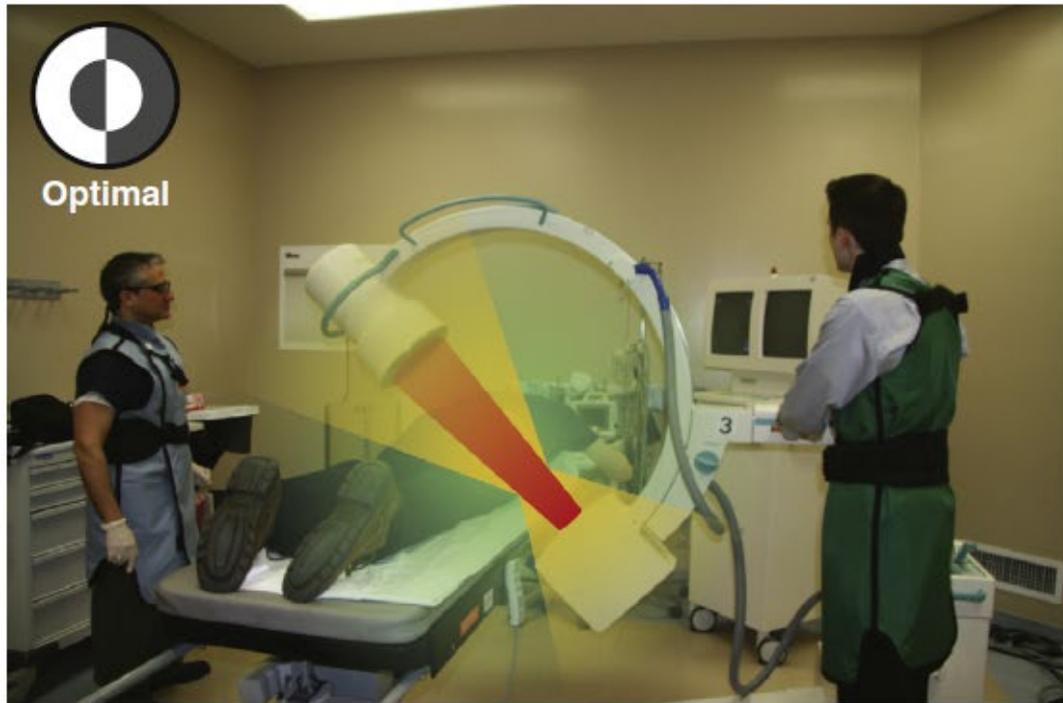
Mitigation  
de  
l'exposition  
aux rayons  
dispersés





## 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

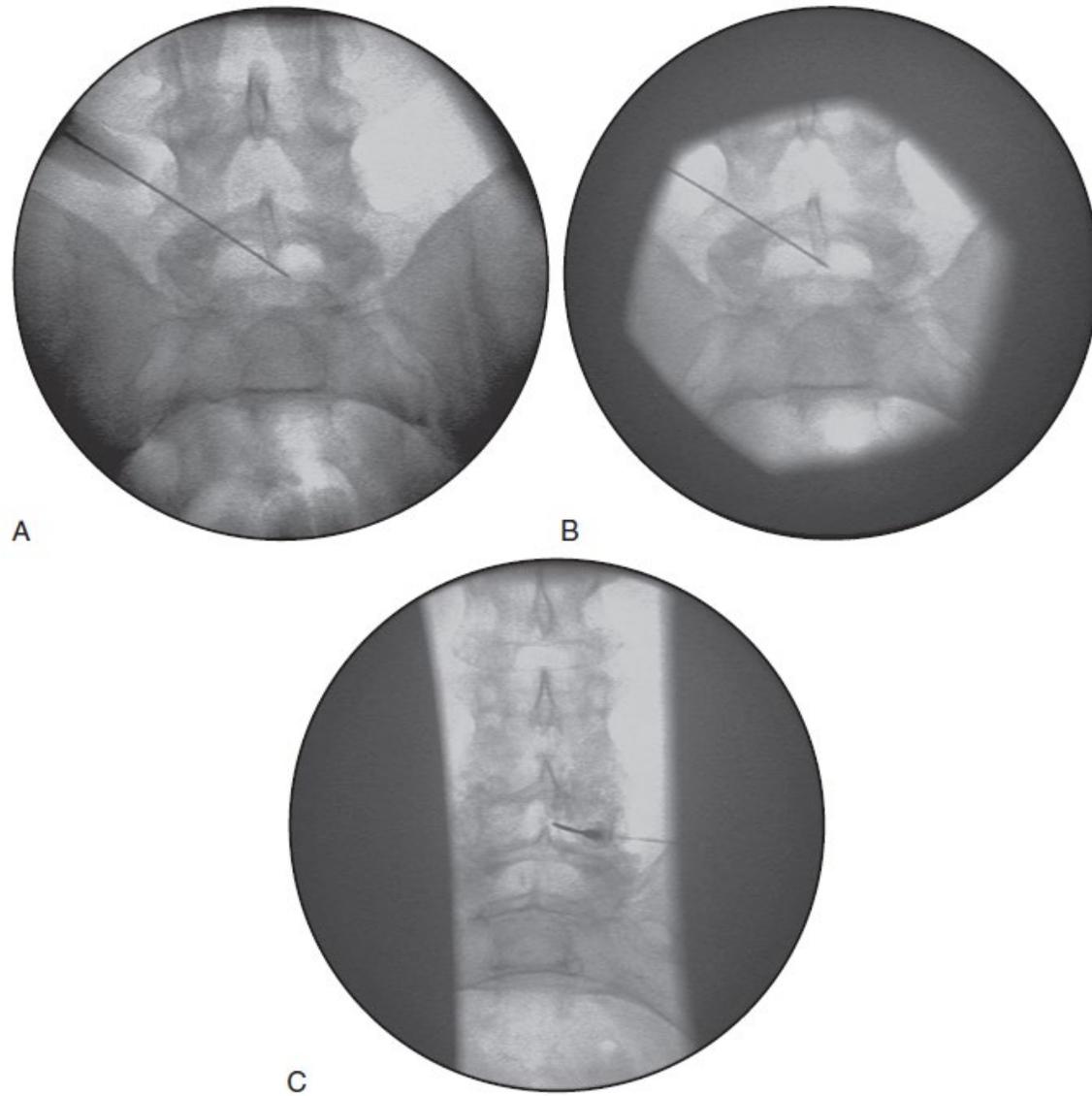
## ▶ Objectif double

- ▶ Radioprotection
- ▶ Qualité de l'image



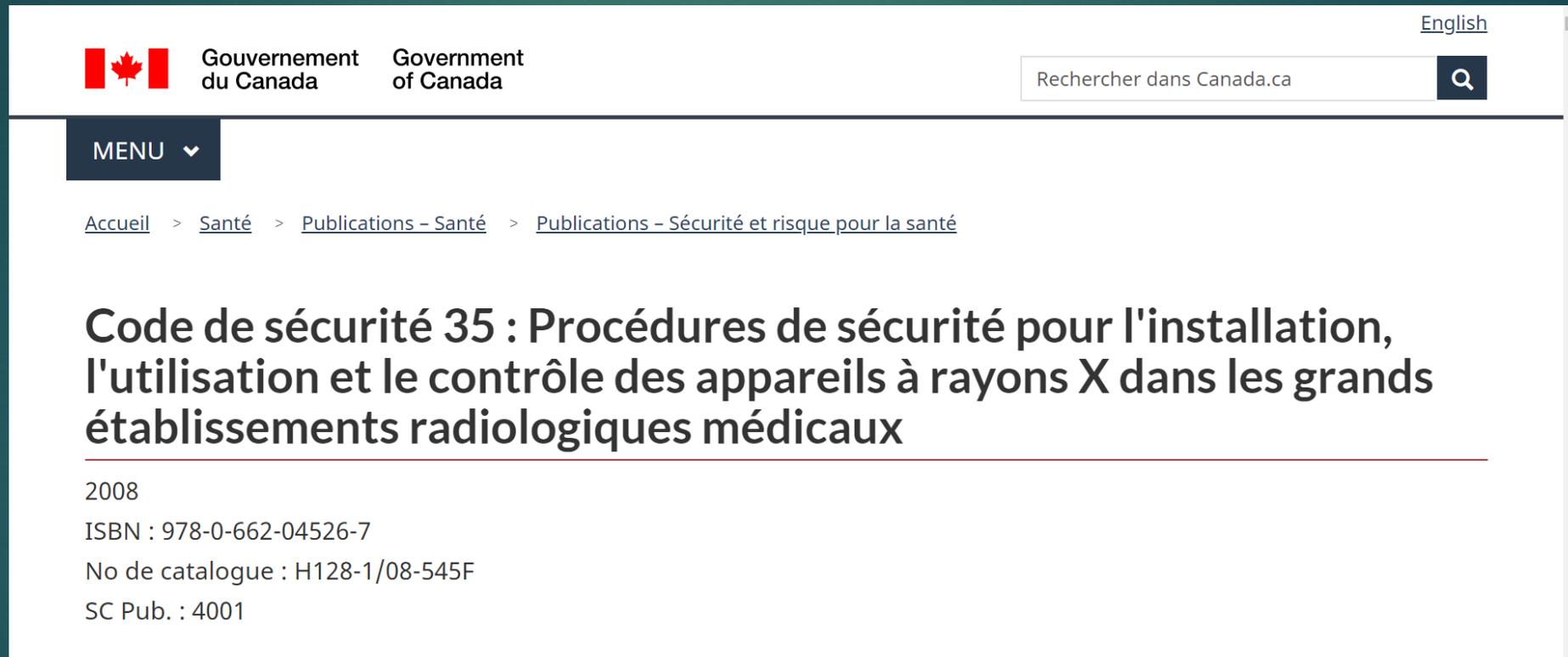
*P. Raj and S. Erdine (2012), John Wiley & Sons,*





# Environnement fixe

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

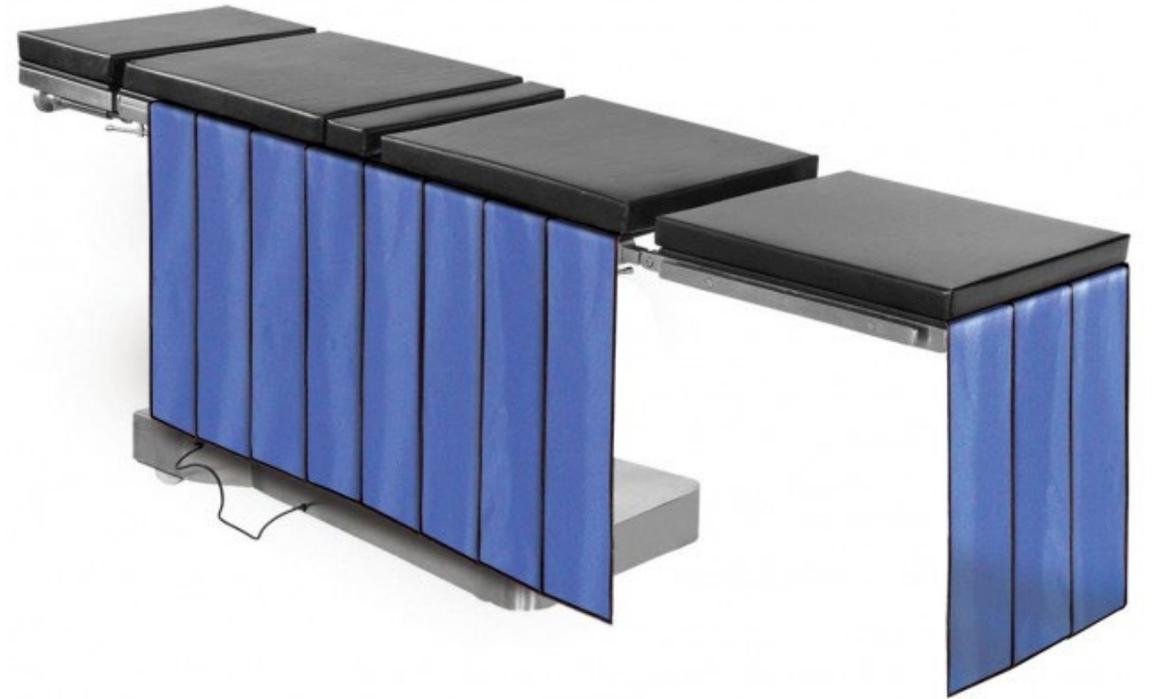


The screenshot shows the top navigation bar of the Canadian government website. It includes the Canadian flag, the text 'Gouvernement du Canada' and 'Government of Canada', a search bar with the text 'Rechercher dans Canada.ca', and a language selector set to 'English'. Below the navigation bar is a '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/>

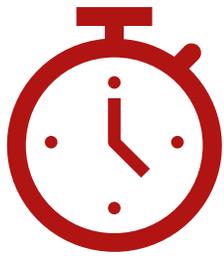


# Vêtements et accessoires

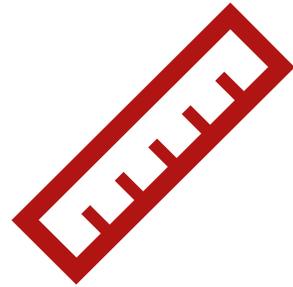
- ▶ Tabliers: équivalent-plomb 0,25-0,5 mm
- ▶ Plomb, cuivre, barium, tungstène
- ▶ Absorption de 90-95% des rayons dispersés
  
- ▶ Gants: équivalent-plomb 0,25 mm
- ▶ Attention à l'augmentation compensatrice de la dose
  
- ▶ Lunettes: prévention des cataractes



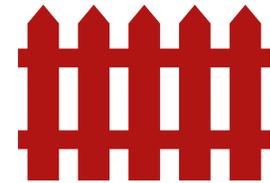
# Principes de base de la radioprotection



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.

