

Réduction de dose en scanographie :
4^{ème} partie - **facteurs comportementaux**

Dr Alban GERVAISE



Facteurs comportementaux

- A ne pas négliger !
- Sûrement les facteurs les plus importants +++

3 grands principes de la radioprotection :

- Justification
- Substitution
- Optimisation

IRCP 1977 ; directive Euratom 97/43 1997

Facteurs comportementaux

Objectif : d'obtenir l'information diagnostique recherchée au moyen de la dose d'exposition la plus faible.

JUSTIFICATION :

- Responsabilité conjointe entre prescripteur et radiologue
- Basée sur une évaluation du rapport bénéfice / risque d'exposition

SUBSTITUTION :

- Responsabilité du radiologue
- « Toute irradiation, si faible soit-elle, doit être également justifiée par l'absence d'examen alternatif non irradiant (notamment échographie ou IRM) » (HAS 2009)

Facteurs comportementaux

- **Justification générique** par l'introduction de référentiel et d'évaluation des pratiques :
 - ✓ Urgences de l'adulte : objectifs pour l'indication d'imagerie, (APHP 2004)
 - ✓ Guide des bonnes pratiques radiologiques, SFR 2006
 - ✓ Guide pratique de la radiologie, SFR 2010
 - ✓ Référentiels HAS (RxT, Sinus, ASP ...)
 - **Justification individuelle**
-
- Demande de la SFR d'installation de plus d'IRM ...

Facteurs comportementaux



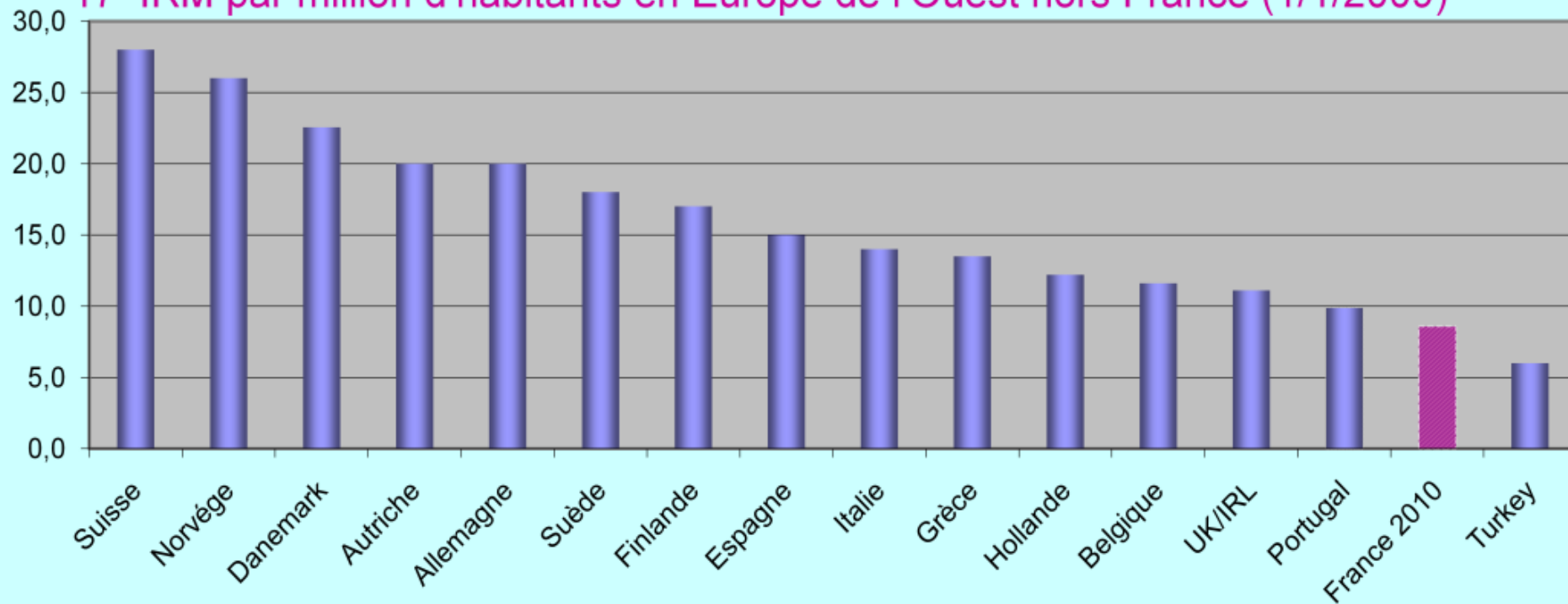
Paris, le 31 mars 2011

**8,7 IRM par million d'habitants
en France**

COMMUNIQUE DE PRESSE

Exposition médicale aux rayons X, mise au point de la Société Française de Radiologie (SFR)
et du Conseil Professionnel de la Radiologie (G4)

17 IRM par million d'habitants en Europe de l'Ouest hors France (1/1/2009)



exemples

Heljä Oikarinen
Salme Meriläinen
Eija Pääkkö
Ari Karttunen
Miika T. Nieminen
Osmo Tervonen

Unjustified CT examinations in young patients

- 30 scanners lombaires chez des patients < 35 ans:
- 7 scanners indiqués (23 %)
 - 20 auraient pu bénéficier d'une IRM
 - 3 sans indication d'imagerie

Table 2 Justification for the CT examinations analysed

	Justified <i>n</i> (%)	Unjustified <i>n</i> (%)	Total <i>n</i>
Lumbar and sacral spine	7 (23)	23 (77)	30
Head	32 (64)	18 (36)	50
Abdomen or upper abdomen	19 (63)	11 (37)	30
Nasal sinuses	24 (80)	6 (20)	30
Cervical spine	29 (97)	1 (3)	30
Trauma	30 (100)	0	30

Percentage out of total number of cases is given in parentheses

Facteurs comportementaux et optimisation de la dose au scanner

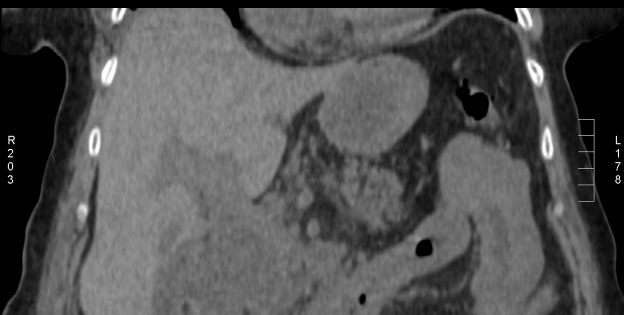
- Longueur d'acquisition
- Nombre de passages
- Morphotype du patient
- Centrage du patient
- Position du patient
- Utilisation de protection

Longueur d'acquisition

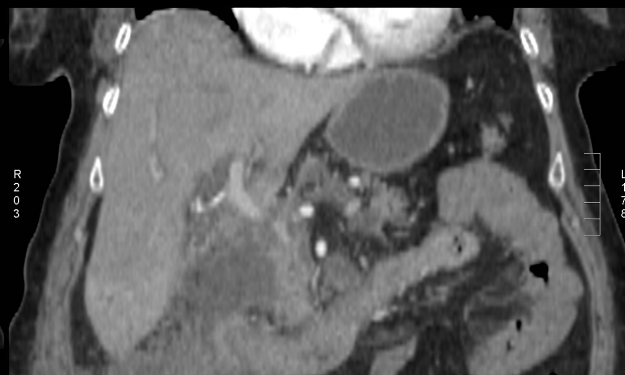
$$PDL = CTDI_{vol} \times L$$

- Il faut limiter la zone explorée selon la demande clinique.
- Lors des explorations multi-phases, centrées les phases (ex : artériel centré sur le foie ...)
- Attention au « tu me feras une ou deux coupes sur ... »

Longueur d'acquisition



Sans inj
481 mGy.cm



Artériel
870 mGy.cm



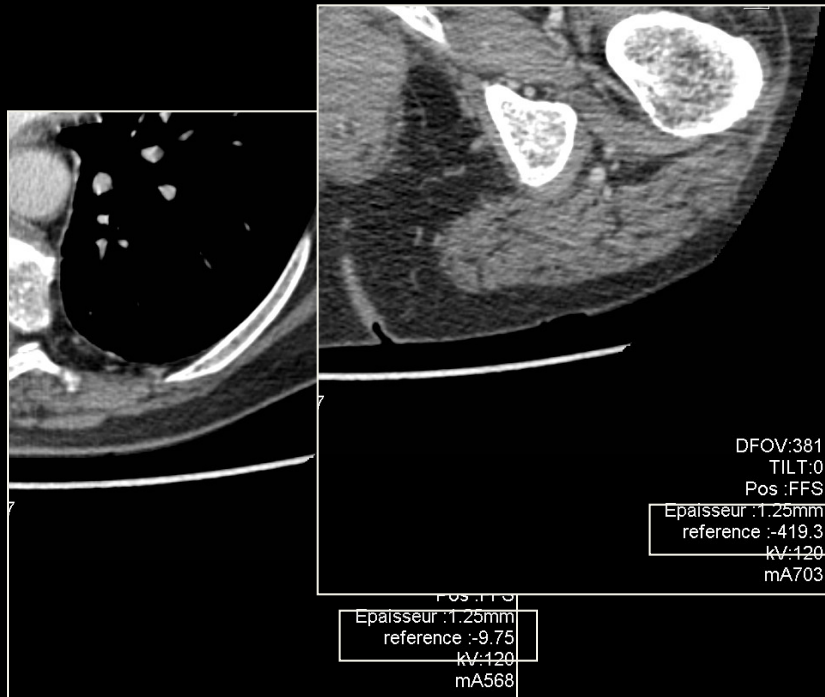
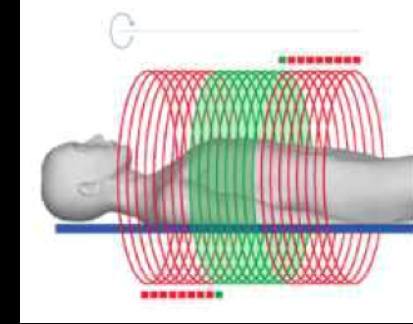
Portal
1167 mGy.cm

Longueur d'acquisition

$$\text{PDL} = \text{CTDI}_{\text{vol}} \times L$$

- À quoi correspond L ?
Longueur irradiée
 - En prenant en compte l'overranging (attention avec les 64-MDCT, pitch élevé et L faible)
- \neq **Longueur explorée**
 - Différence entre position de première et dernière coupe sur images DICOM

Longueur d'acquisition



Patient ID: A10129473875 LightSpeed VCT
Exam Description: ABDOMINO-PELVIEN

Series	Type	Rapport de dose			
		Scan Range (mm)	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy-cm)	Phantom cm
1	Scout	-	-	-	-
2	Helical	I12.750-I212.750	18.19	481.21	Body 32
200	Axial	I84.500-I84.500	17.01	8.52	Body 32
3	Helical	I240.000-I110.500	31.56	870.14	Body 32
3	Helical	I9.750-I419.250	24.62	1167.24	Body 32
Total Exam DLP:				2527.11	

$$DLP / CTDI_{vol} = L_{irr}$$

$$L_{irr} = L_{net} + \Delta L$$

$$\Delta L = (P + 0.5) \times N \cdot h_{col}$$

Net scan length :

$$L_{net} = | \text{pos. 1}^{\text{ère}} \text{ coupe} - \text{pos. Dernière coupe} |$$

Longueur explorée = 409.5 mm

Longueur irradiée = 474.1 mm

$\Delta L = 64.6 \text{ mm (13.5 \%)}$

Nombre de passages

$$PDL_{\text{exam}} = \sum_i PDL_i$$

- **Limiter le nombre de phases** (parfois 3, 4 voire 5 !)
- Lors des explorations multi-phases, **centrées les phases** (ex : artériel centré sur le foie, tardif centré ...)
- Réduire les paramètres d'acquisition en cas de multi-phases (sans et tardif en coupe épaisse, sans en low-dose, 100 kV sur la phase artérielle ...)

Nombre de passages



Sans injection

FOIE IV
UF :2031 CHIR.DIGEST.GENER.SECT.1
CHU NANCY BRABOIS ADULTES
W 400 : L 40

ETAGE SUS MESOCOLIQUE SS IV
UF :2031 CHIR.DIGEST.GENER.SECT.1
CHU NANCY BRABOIS ADULTES
W 400 : L 40

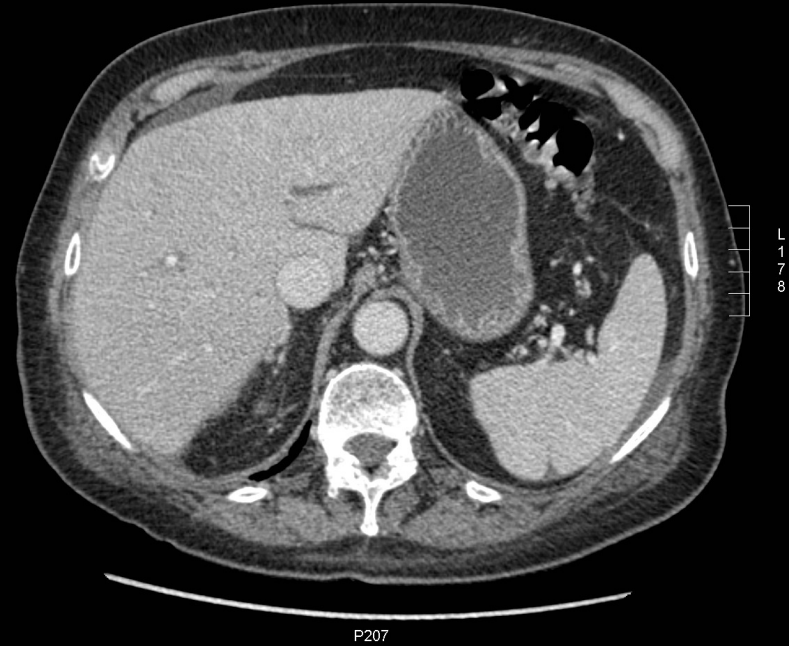
DFOV:381
TILT:0
Pos :FFS
Epaisseur :2.5mm
reference :94.75
kV:120
mA484



artériel

FOIE IV
UF :2031 CHIR.DIGEST.GENER.SECT.1
CHU NANCY BRABOIS ADULTES
W 400 : L 40

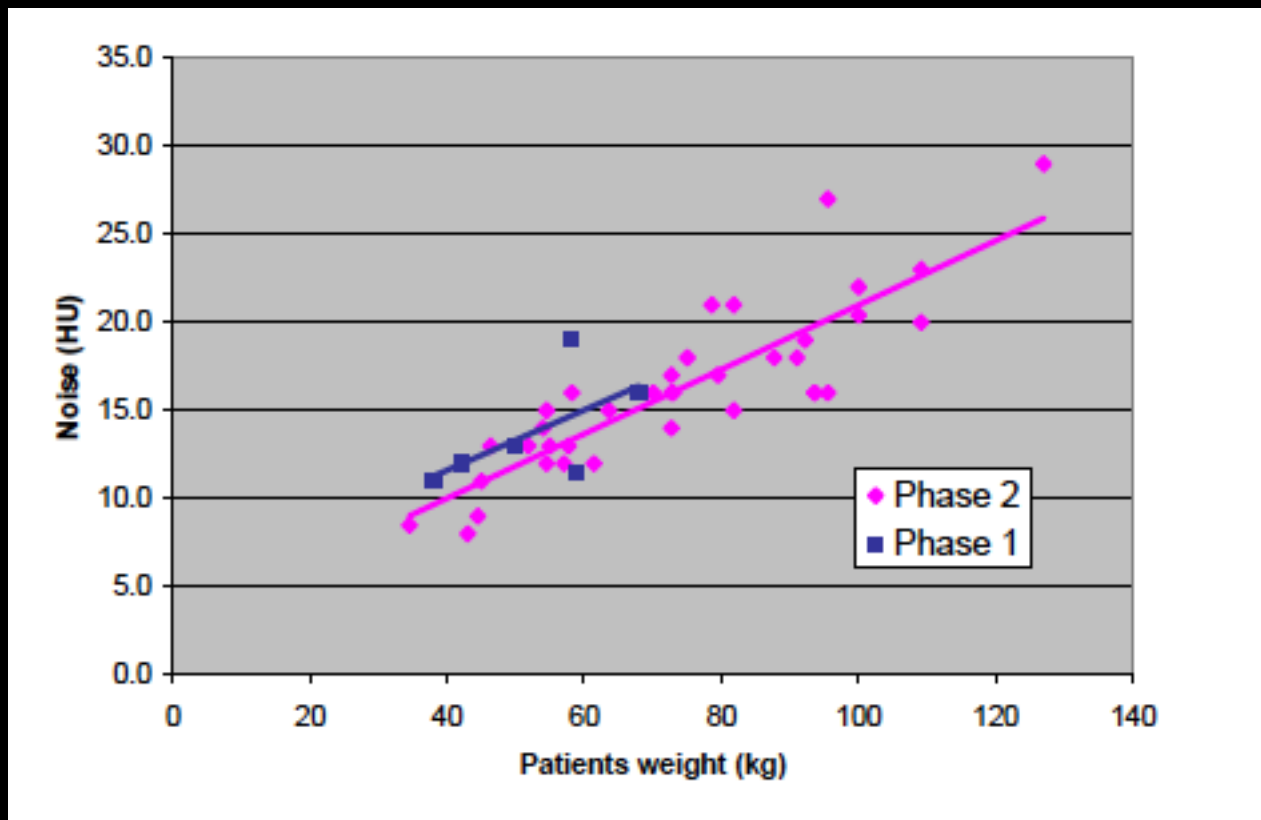
DFOV:381
TILT:0
Pos :FFS
Epaisseur :1.25mm
reference :95.1
kV:120
mA664



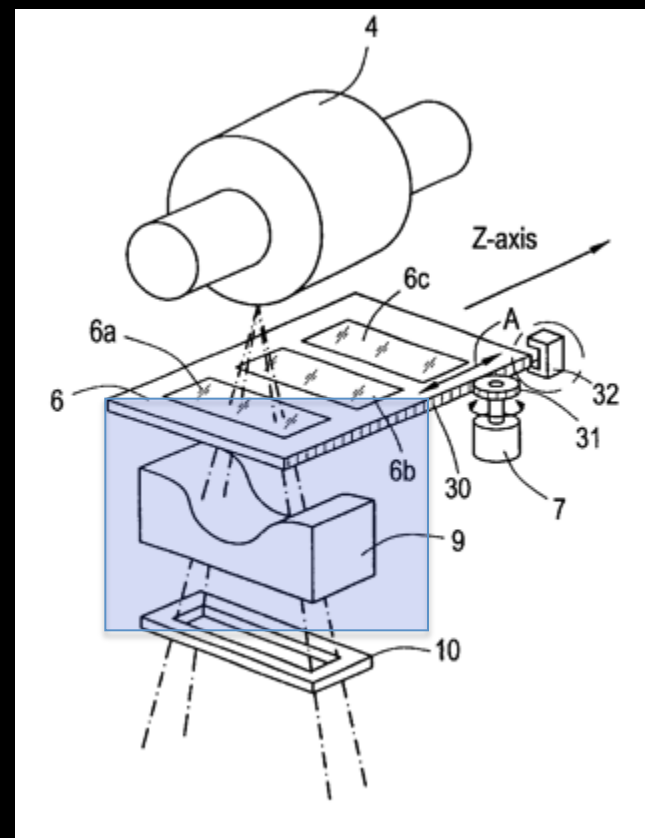
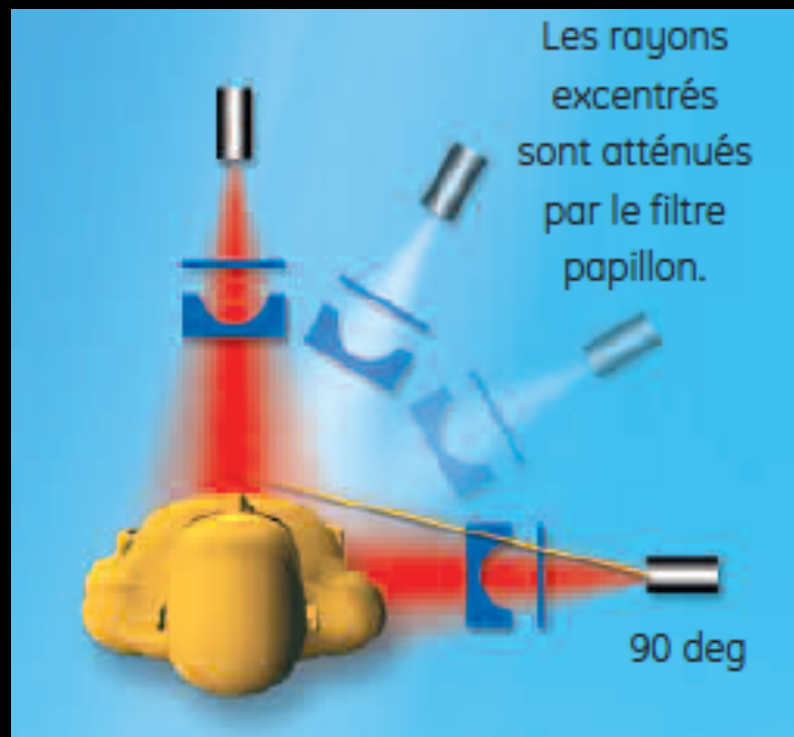
portal

DFOV:381
TILT:0
Pos :FFS
Epaisseur :1.25mm
reference :95.25
kV:120
mA703

Morphotype du patient



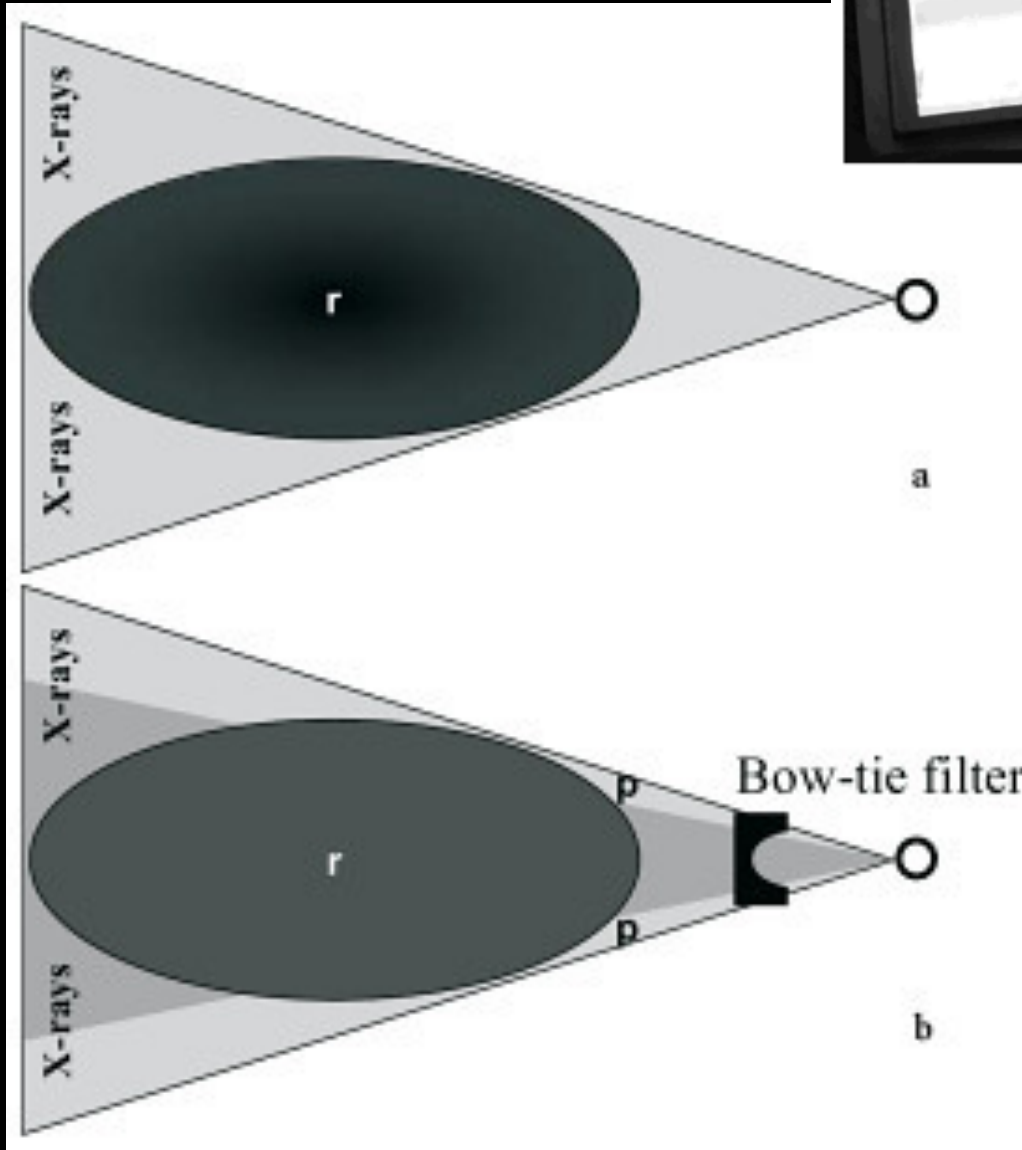
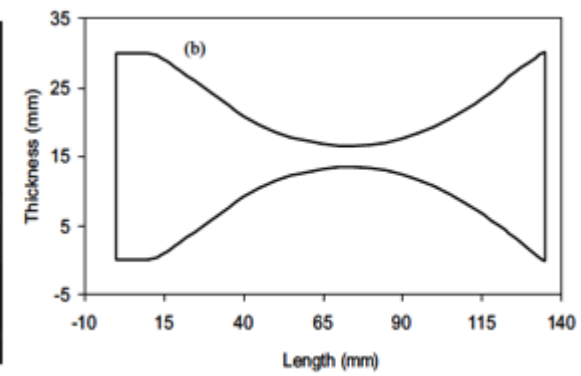
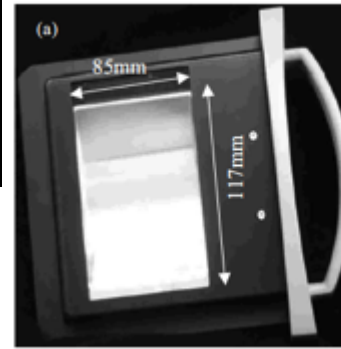
Centrage du patient



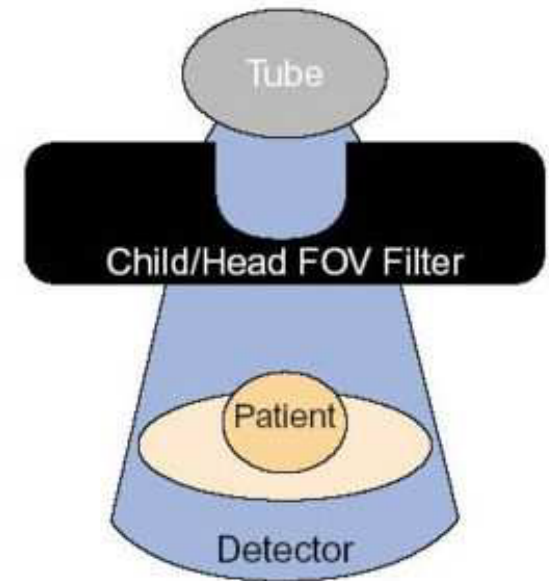
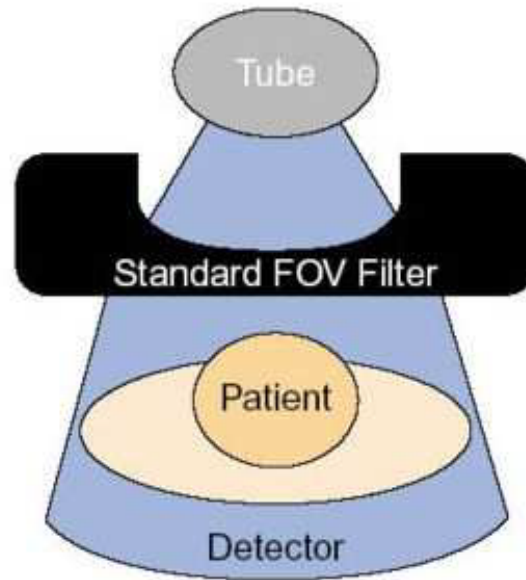
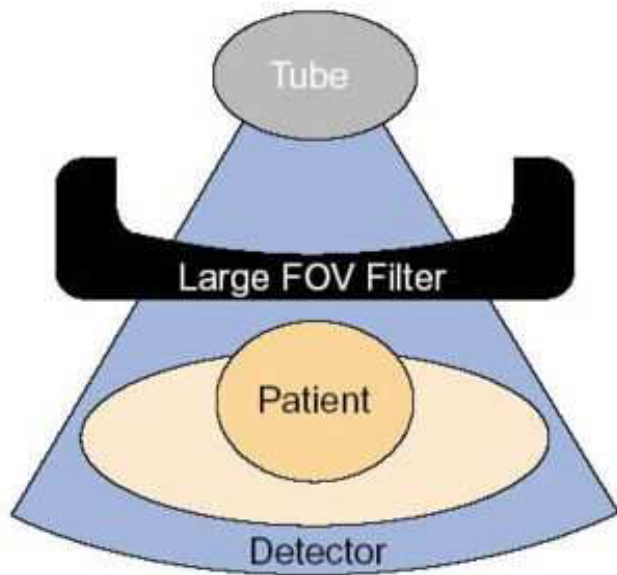
Le filtre papillon (Bowtie Filter) : réduire encore la dose

Le filtre papillon atténue les rayons excentrés afin d'uniformiser l'intensité au niveau du détecteur. Le filtre papillon réduit ainsi les effets de diffusion et diminue la dose en surface (jusqu'à 50 %).

« Bow-tie Filter »

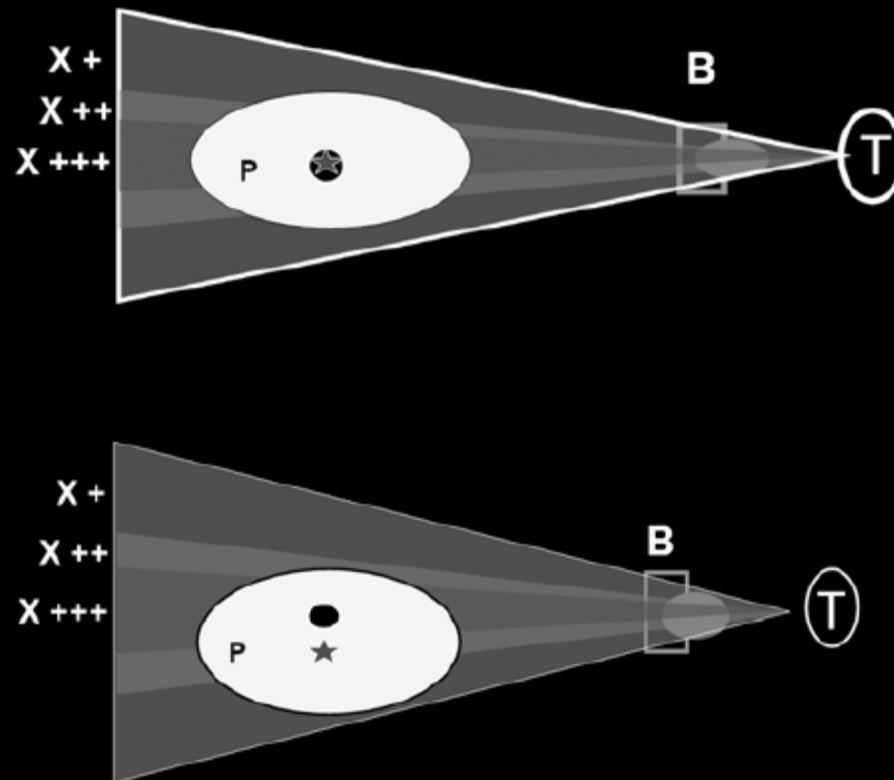


« Bow-tie Filter »



Centrage du patient

- Le patient doit être centré à l'iso-centre de l'anneau.



Centrage du patient

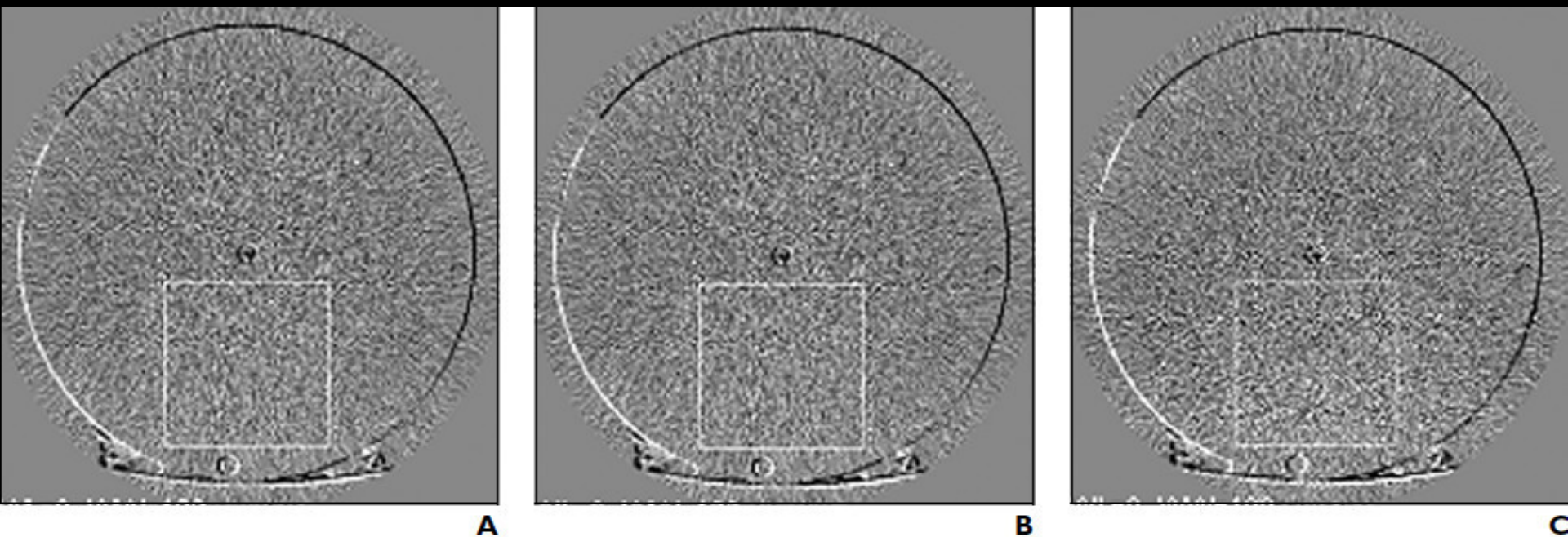


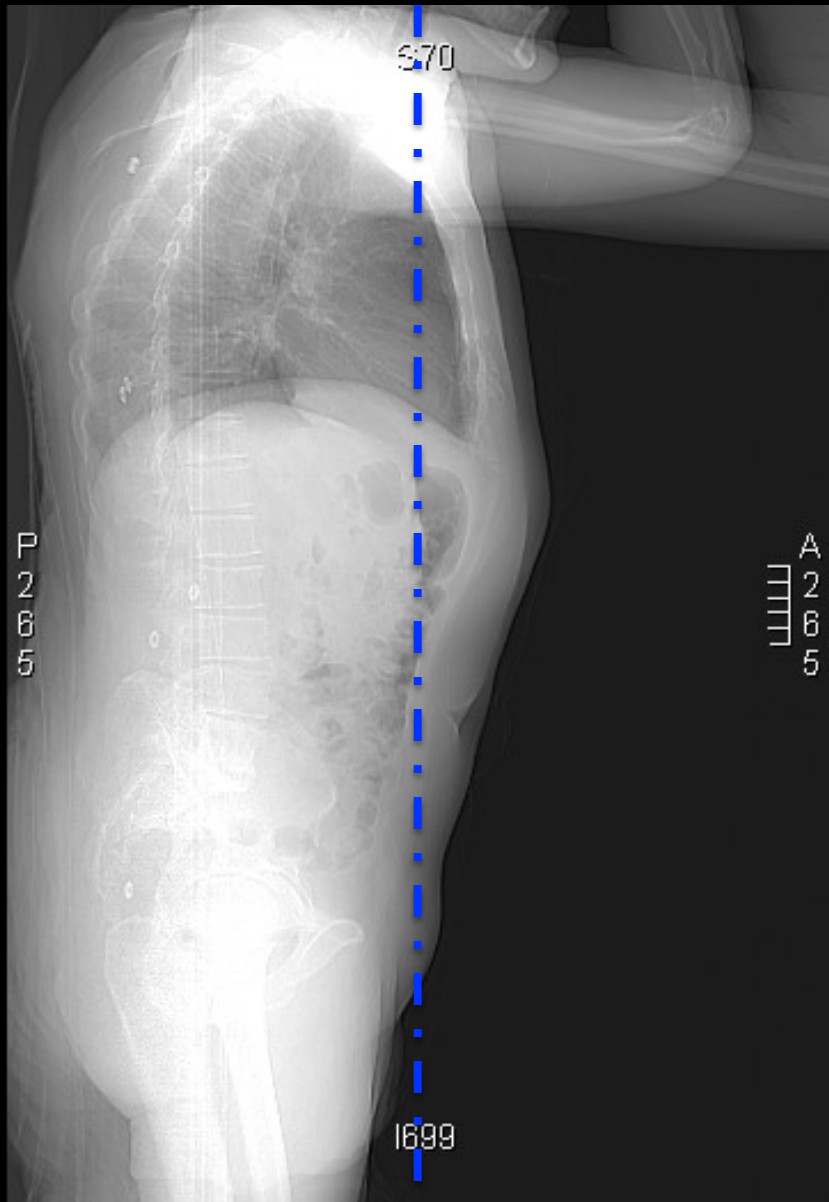
Fig. 3—Noise field images of CT dose index phantom obtained by subtraction of two consecutive images. Process removes correlated phantom features and leaves uncorrelated image of noise. Method allows measurement of noise over large region without interference of phantom structures.

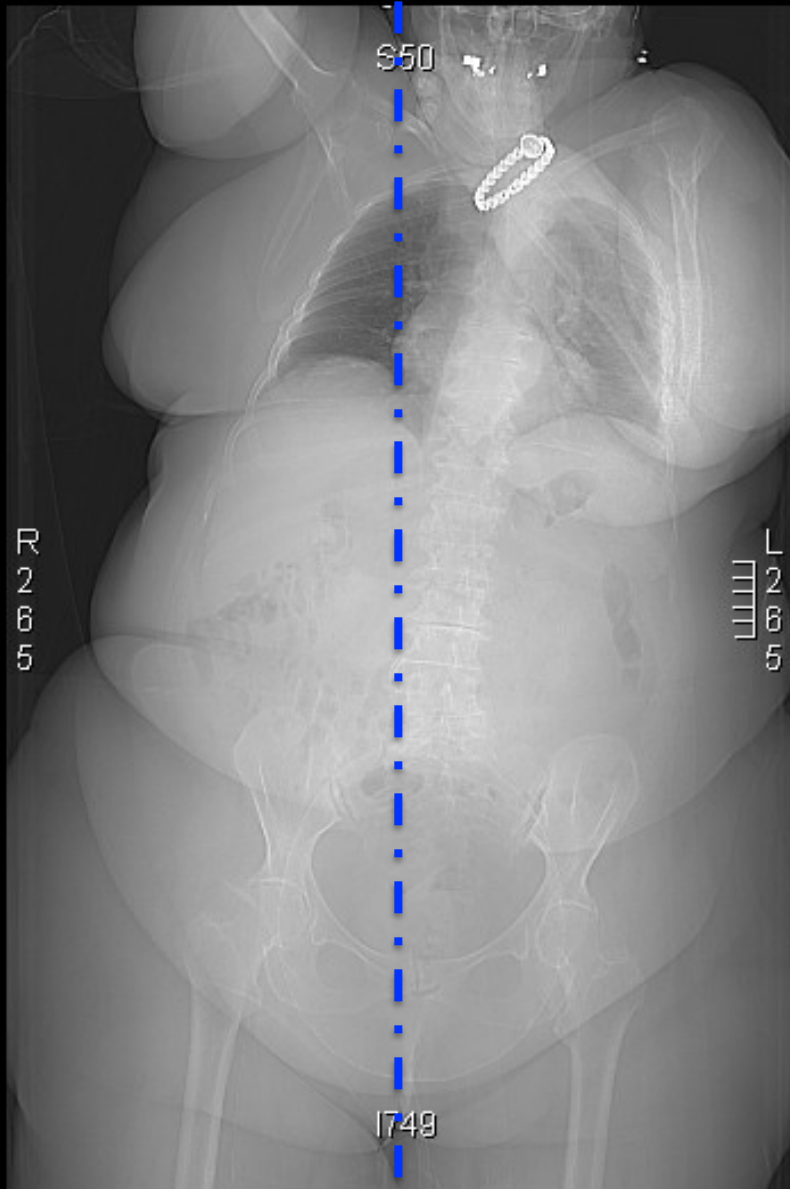
A, CT scan with optimum positioning.

B–C, CT scans with phantom centered 30 mm (**B**) and 60 mm (**C**) below gantry isocenter. Increase in image noise (inferior aspect of phantom, **B** and **C**) and surface and peripheral CT dose index is evident with off-centering of phantom.

Centrage du patient

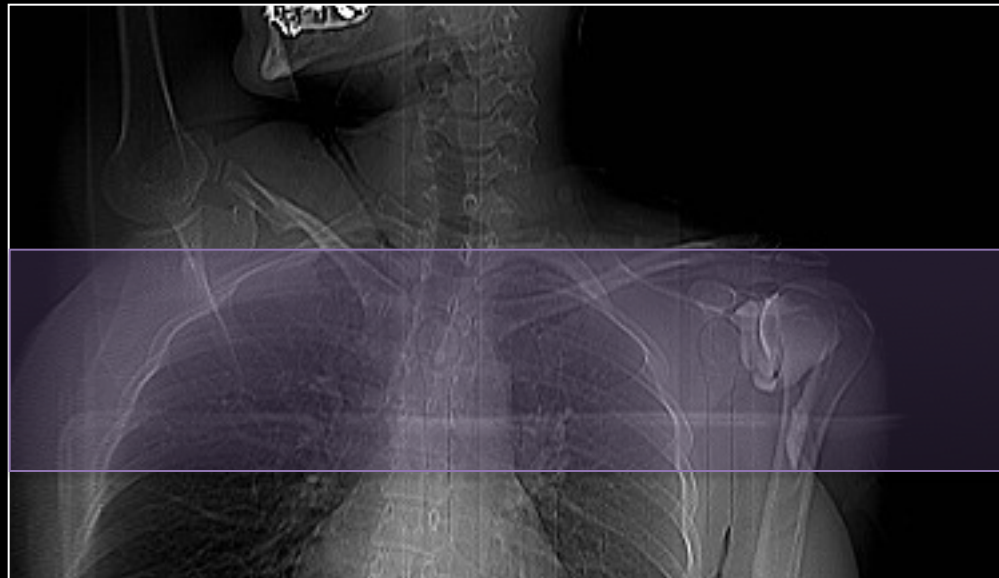
- De plus, avec l'augmentation du nombre de détecteurs, les artéfacts de cône du faisceau sont majorés, principalement en périphérie.
 - Au centre, plus de données sont interpolées donc il y a une meilleure qualité d'image
-
- Le patient doit être centré à l'iso-centre de l'anneau, d'autant plus qu'on utilise l'AEC !
-
- L'AEC considère par défaut le patient au centre de l'anneau. Or si le patient est excentré, l'AEC peut augmenter les mAs pour compenser la perte de qualité d'image et il s'en suit une augmentation de la dose +++





Position du patient

- La zone scannée doit toujours être la plus fine possible !
- Abdomen et thorax : bras au dessus de la tête
- Cou et crâne : bras le long du corps
- Coude : bras au dessus de la tête
- Épaule : abaisser l'épaule contro-latérale



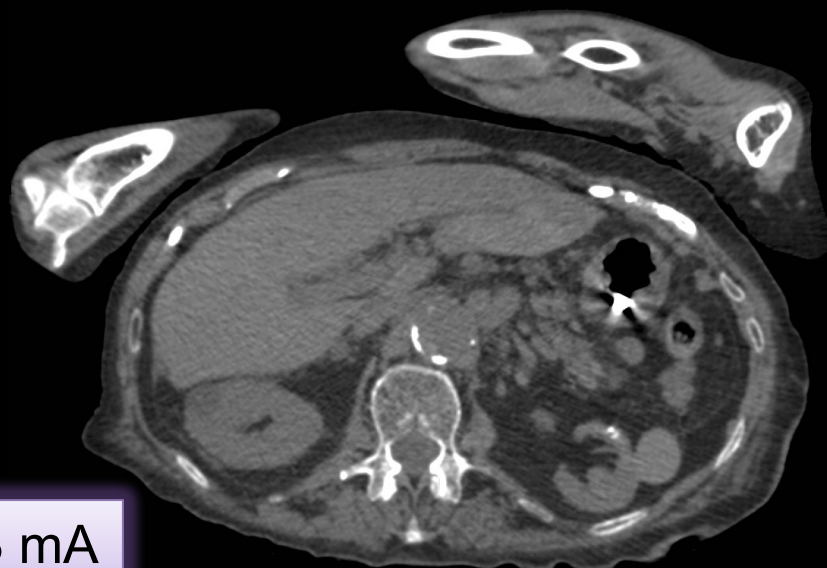
350

537 mA



1499

703 mA

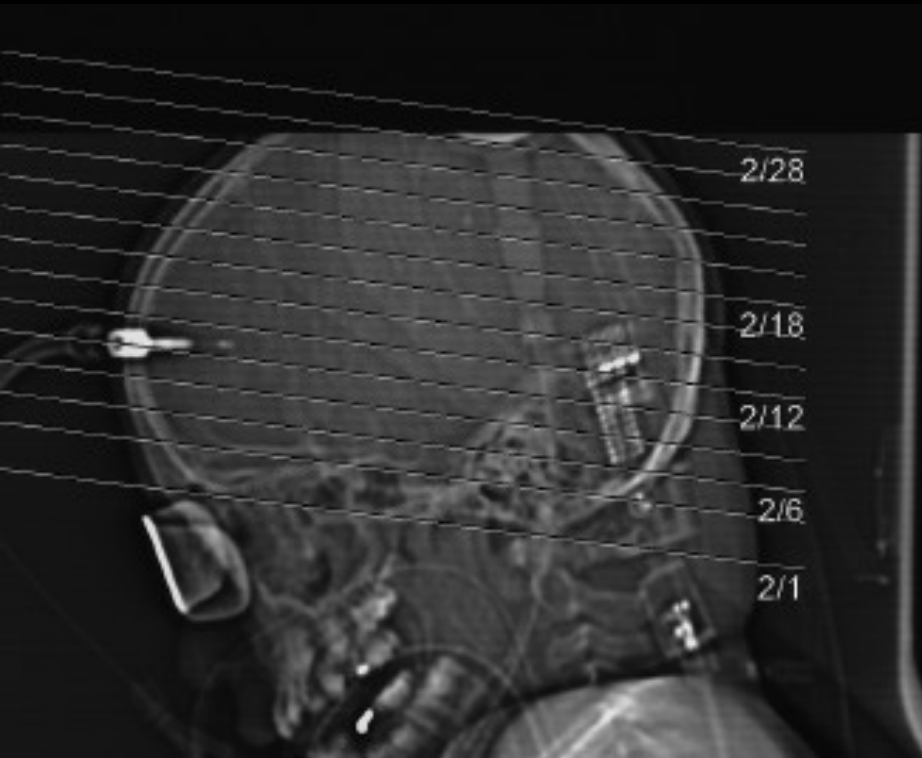


S150

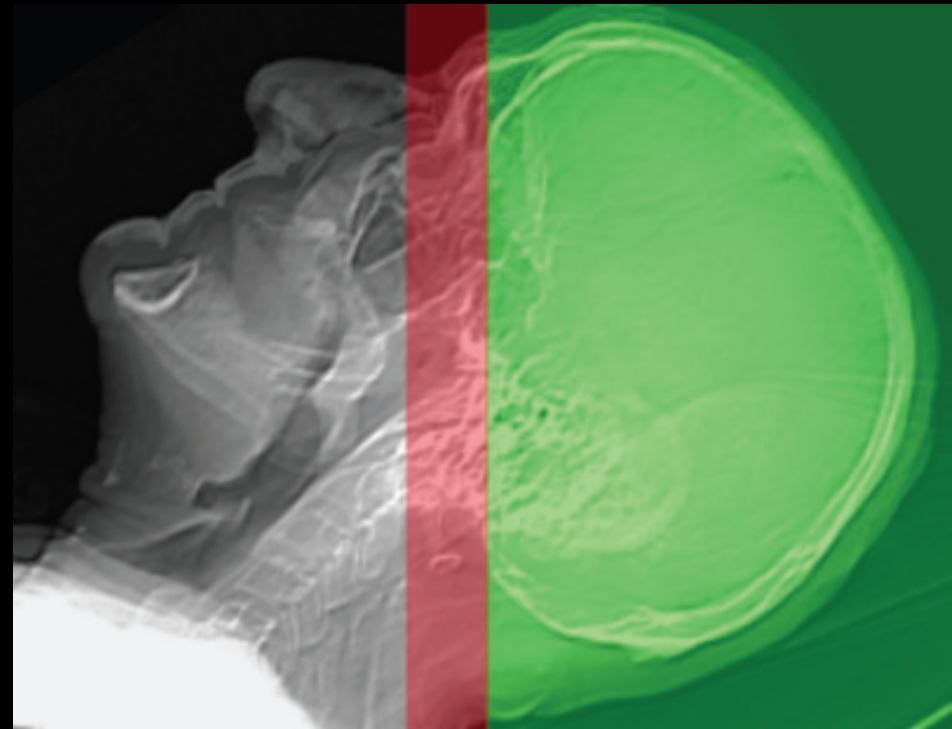


1750

- En imagerie cérébrale, l'hyperextension de la tête permet :
 - De réduire le longueur d'acquisition
 - De ne pas mettre les yeux dans le faisceau



Persinakis et al. Medical Physics, 2005



Schilhma et al. Radiographics 2010

Protection du patient

- Yeux
- Thyroïde
- Seins

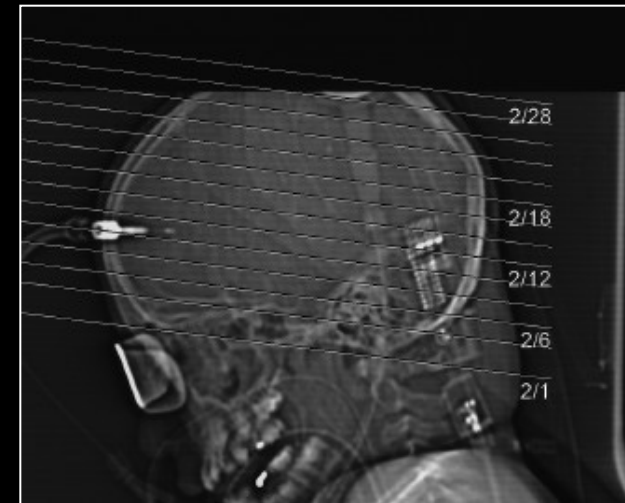
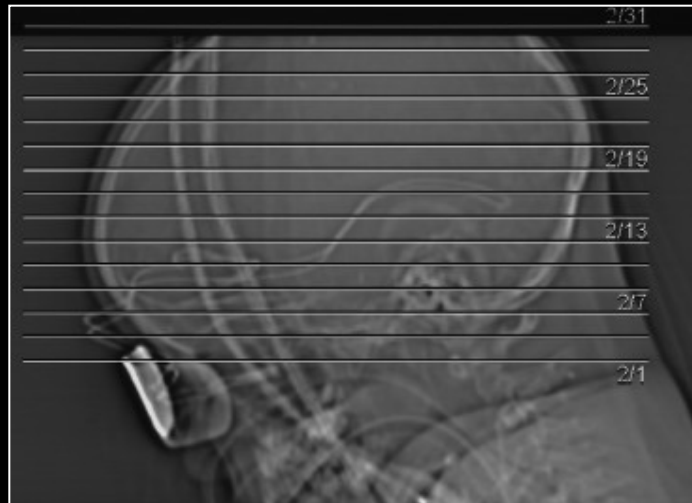
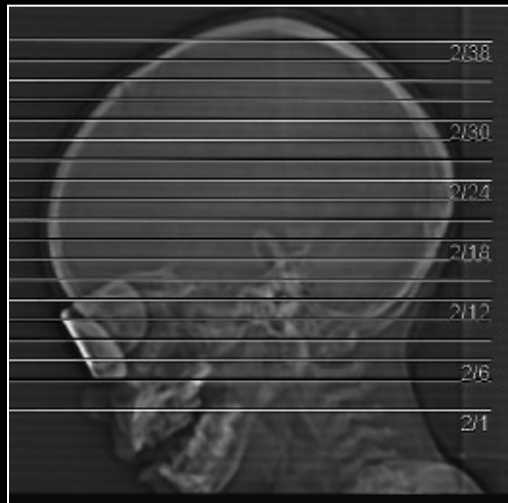


Protection yeux

- Caoutchouc non plombé en Bismuth moulé pour le nez
- Placé devant les yeux
- Usage unique
- 100 \$ la boîte de 20
- Réduction de 40 % la dose aux cristallin
- Artéfacts au niveau des globes mais pas au niveau encéphalique
- Utile si les yeux sont dans le faisceau primaire
- Sinon changer orientation faisceau de rayons X



Protection yeux : application en pédiatrie



Dose reduction factors (%) of eye lens dose

CT examination	Infants	1 year	5 years	10 years	15 years
Scanning of orbits	33.1	35.7	37.4	37.1	35.2
Scanning of the head	31.4	32.8	33.1	34.7	33.0
Angled scan. excl. orbits	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

Protection thyroïde

- Caoutchouc non plombé en Bismuth en forme de papillon
- Placé à la base du cou
- Usage unique
- Utile pour tous les scanners thoraciques
- Réduction de la dose à la thyroïde de 42 % (McLaughlin et al. Clin Radiol 2004)



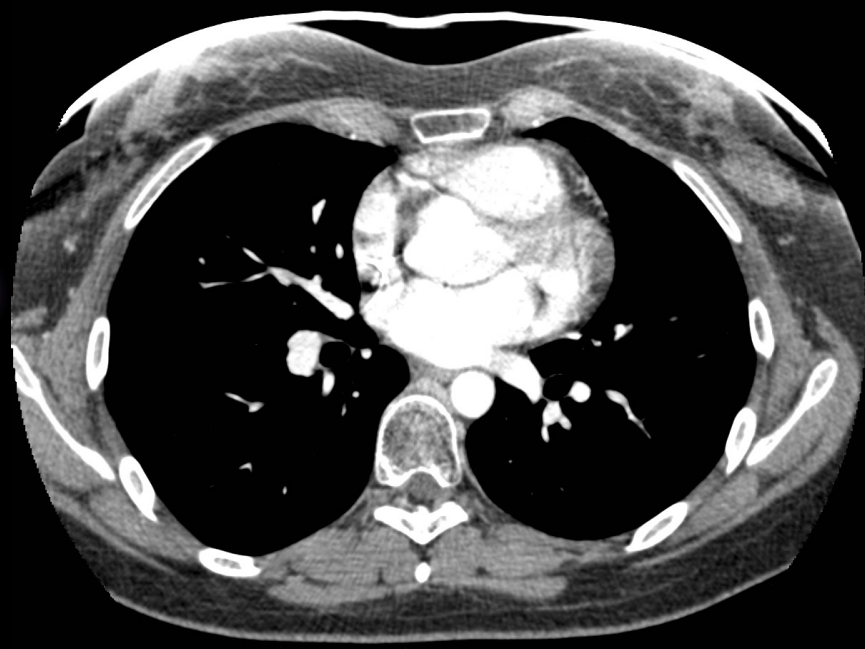
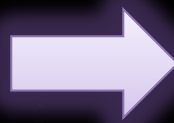
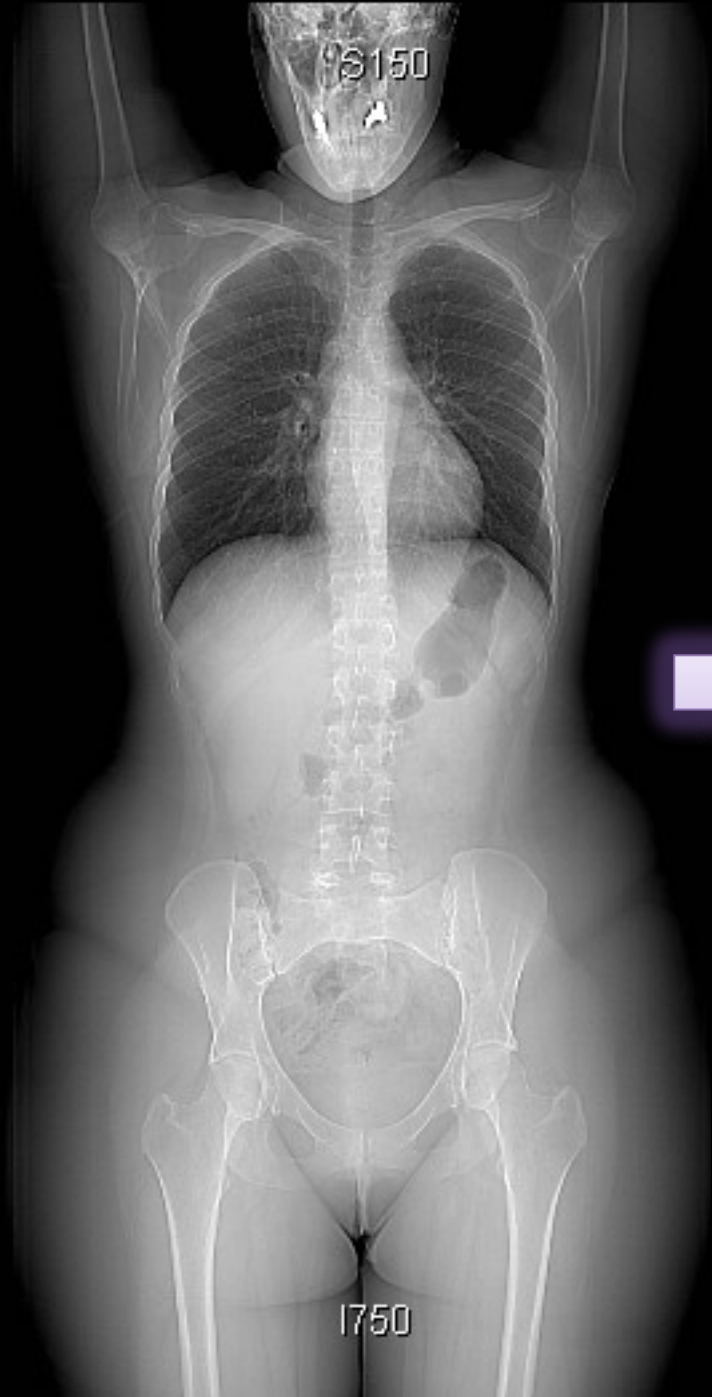
AttenuRad

Protection du patient



Table 3 Phantom and in vivo studies: unshielded and shielded dose for each protocol. The number of sequences for each exam is indicated by sequence number

CT model	Protocol	OAR	Unshielded (mGy)	Shielded (mGy)	%
In Vivo study CT – 64 Slices	Abdomen, seq. 4	Breast	138.8	80.5	42
	Colonoscopy, seq. 2	Breast	1.6	0.7	56
	Colonoscopy, seq. 2	Breast	3.5	1.6	54
	Chest	Breast	25.7	14.9	58
	Chest + abdomen	Breast	10.4	6.5	37
	Chest, seq. 2	Breast	29.9	16.6	44
	CT urography	Breast	1.4	1.2	15
	Head	Eye lenses	56.4	33.5	41
	Head	Eye lenses	65.3	41.7	36
	Ear, helical	Eye lenses	26.7	8.5	68
	Chest	Thyroid	4.2	2.4	43
	Head + CTA carotid Willis	Thyroid	46.0	32.6	29



Take Home Message

- Importance de la réduction de la dose au scanner, tout en gardant une qualité d'image acceptable (ALARA)
- Importance de l'adaptation des paramètres : mA et kV
- De plus en plus de moyens technologiques : modulation automatique des mA et des kV, reconstructions itératives, collimation active ...
- **Les facteurs comportementaux restent les plus importants +++**
(« un scanner non réalisé est celui qui irradie le moins »)



Merci de votre
attention