

# Radioprotection Patients

## Contrôle de qualité interne des équipements radiogènes

Michèle SAÏSSAC-CASELLES

PSRPM, PhD

EURL CQFDose

AUTERIVE (31190)



# Contrôle de Qualité Interne

- Décisions AFSSAPS  $\Rightarrow$  par modalité,
- Réalisé par l'exploitant (personnel) ou sous sa responsabilité par un prestataire,
  - société de contrôle « interne » (? « externe »),
  - engagement contractuel clair.
- Si PSRPM :
  - Arrêté du 19 novembre 2004 : recours en radiologie interventionnelle et en radiologie quand nécessaire,
  - Dossier autorisation scanner,
  - Œuvrera partiellement par délégation  $\Rightarrow$  Formation personnel,
  - NRD  $\Rightarrow$  Optimisation radioprotection patients.

# CQ Interne en radiologie

- Matériel requis : onéreux,
  - Caractère plutôt technique des CQ,
  - Fréquence : annuelle.
- Sélectif et complexe!
- Travail sur le texte de la décision (peu évidente au premier abord),
  - Vérification du matériel de mesure,
  - Connaissances métrologiques minimales,
  - Soin et rigueur dans la réalisation des CQ.

CQ Interne en radiologie		Radio graphie	Radio scopie
<b>HAUTE TENSION</b>	Exactitude	X	X
	Répétabilité	X	-
	CDA	X	X
	Reproductibilité, répétabilité et linéarité du ray <sup>mnt</sup> de sortie	X	-
	Correspondance PKS affiché et mesuré	X	X
<b>GEOMETRIE FAISCEAU</b>	Correspondance champ lumineux / champ RX	X	-
	Correspondance champ RX et récepteur	X	-
	Limitation de la taille du faisceau RX	-	X
<b>EXPOSEUR AUTOMATIQUE</b>	Vérification de la réponse des cellules	X	-
	Kerma <sub>air</sub> à la position de la surface d'entrée du patient	X	-
<b>CONTRÔLE QUALITE IMAGE</b>	Résolution à bas contraste	-	X
	Résolution spatiale	X	X
<b>DEBIT DE DOSE</b>	Débit dose maximum à l'entrée du patient	-	X
<b>DEVELOPPEMENT</b>	Sensitométrie	X	

# Haute Tension

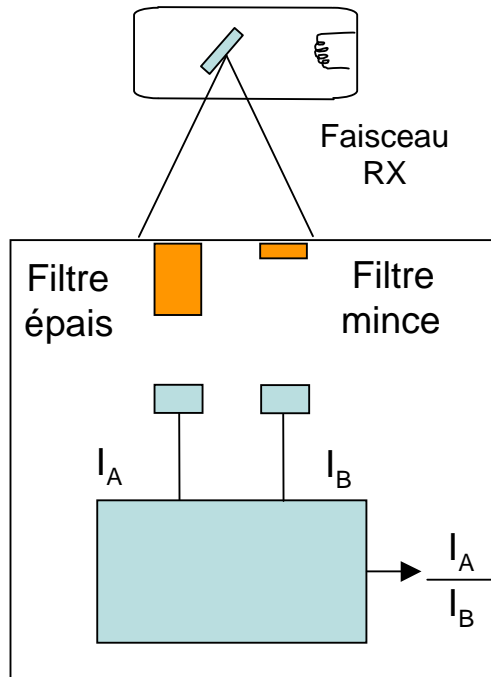
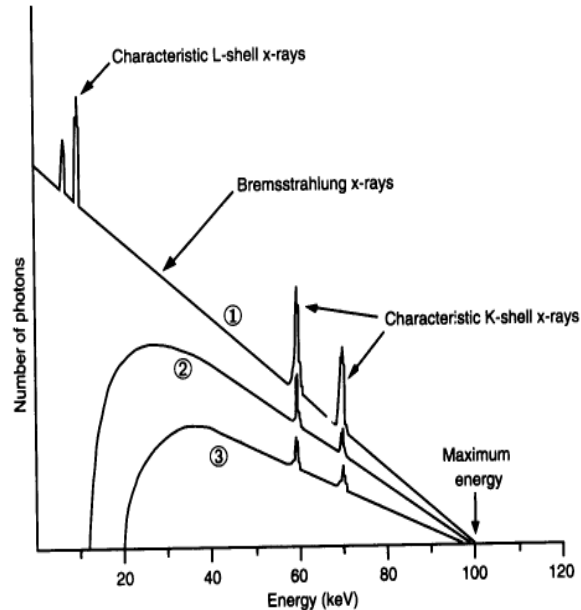


Schéma de principe  
d'un kVpmètre

Qualité de ray<sup>nt</sup>, Exposition du patient,  
Contraste image : ? HT =  $\pm 3$  kV

- Correspondance HT affichée et HT mesurée
- Non invasive  $\Rightarrow$  kV<sub>p</sub>-mètre (précision : 3% pour RX de 50 à 120 kV au moins)
- Placé au centre du champ,
- Corrélation avec HT mesurée en direct  
 $\Rightarrow$  valeur non-absolue mais de référence,
- Répétabilité de la mesure,
- + Reproductibilité du test.

# CDA



- 1 : spectre sortie d'anode
- 2 : après filtration inhérente
- 3 : après filtration additionnelle

La filtration totale peut être retrouvée à partir de l'évaluation de la CDA (tables ou graphes)

Capteur + dosimètre

Plaques d'Aluminium pur (99% mini)

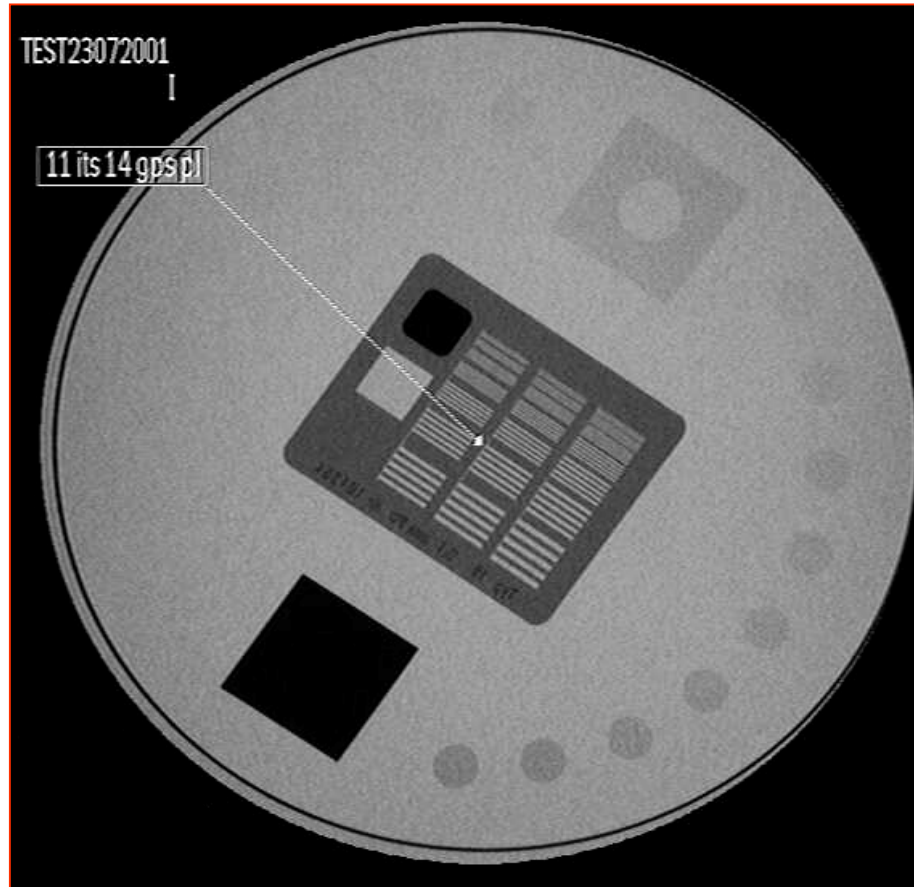
Faisceau étroit (ajusté aux dimensions du capteur du dosimètre)

Conditions habituelles de bonne géométrie: plaques Al au minimum à 10 cm du capteur en direction de la source RX

70 kV : CDA > 2,3 mm Al

(2,5 en radiologie interventionnelle)

# Contrôle qualité image



## RESOLUTION BAS CONTRASTE

- + 1 mm Cu (fantôme patient)
- Identification dernier disque aux contours nets
- Table de correspondance constructeur  $\Rightarrow$  valeur nominale du contraste (selon HT, absorbant)

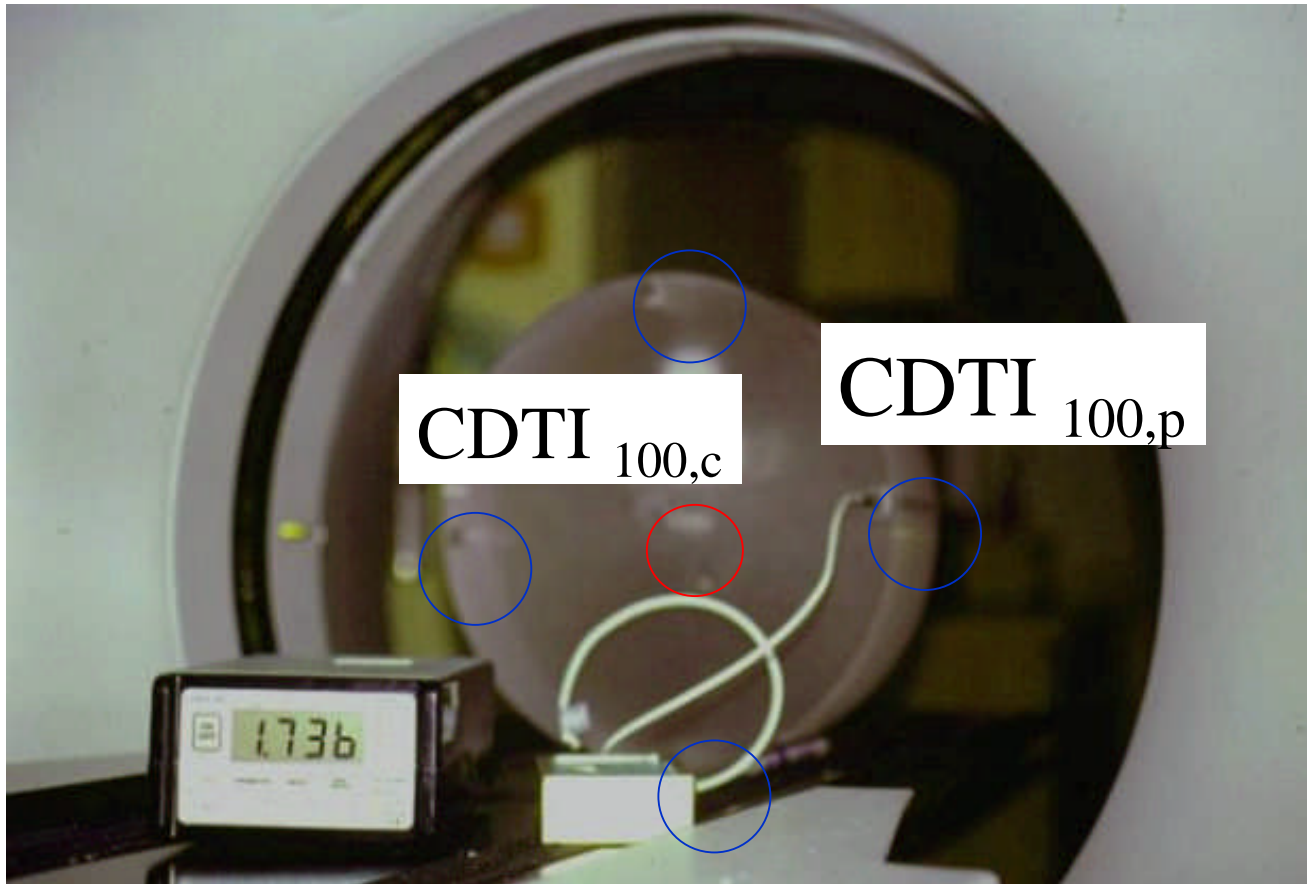
## RESOLUTION SPATIALE

- Sans filtre additionnel,
- Identification 1<sup>er</sup> groupe de lignes confondues
- Lecture directe en nbre de pl/mm
- RS (interventionnel et vasculaire) : de 0,9 à 2 pl/mm selon diamètre du champ (11 à 42 cm)

# Radioscopie : résolution à bas contraste

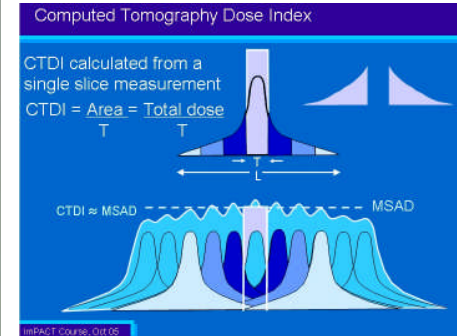
- Conditions de réalisation :
  - Optimisation préalable des paramètres de visualisation du moniteur principal avec objet-test dédié,
  - Éclairage de la salle adapté,
  - Exposition pour le mode de plus haut débit utilisé,
  - Traitements d'images utilisés en routine clinique,
  - HT : 70 kV (manuel) + 1 mm Cu + ajustement mA pour que les différences de niveau 5 ou 7 % soient distinguables au mieux,
  - HT ~ 70 kV par ajustement en mode auto avec filtre Cu,
  - Champ ~ 23 cm,
  - Analyse visuelle des images à une distance suffisante (au minimum 3 x diamètre de l'écran).

CQ Interne scanographie	MATERIEL
Nombre CT de l'eau, bruit et uniformité	Fantôme cylindrique contenant un milieu uniforme d'eau liquide, fourni par le fabricant avec le scanographe
Mesure de l'indice de dose pondéré en scanographie (IDPS ou CTDI <sub>w</sub> )	Chambre d'ionisation cylindrique de longueur sensible 100 mm et son électromètre associé étalonné pour la qualité des faisceaux utilisés (précision mesure : 5%)
	Fantôme de dosimétrie en PMMA cylindrique : longueur minimale : 14 cm, diamètres : 16 cm (examens tête et pédiatrie) 32 cm (examens du corps) 5 logements pour insertion de la chambre d'ionisation (1 au centre et 4 à 1 cm de la périphérie, à des intervalles de 90°) 5 cylindres de PMMA (dimensions identiques) : obturation
Contrôle de la précision du positionnement du patient	Objet-test disposant d'au moins 3 marqueurs visibles sur les images en coupes, repérables sur l'objet-test, espacés de quelques cm et alignés selon l'axe x (horizontal et perpendiculaire à l'axe de rotation du scanner)



CTDI<sub>100,c</sub>

CTDI<sub>100,p</sub>



**mGy**

$$CTDI = \int \frac{D(z)}{N.T} dz$$

**360°**

$$CTDI_w = 1/3 CTDI_c + 2/3 CTDI_p$$

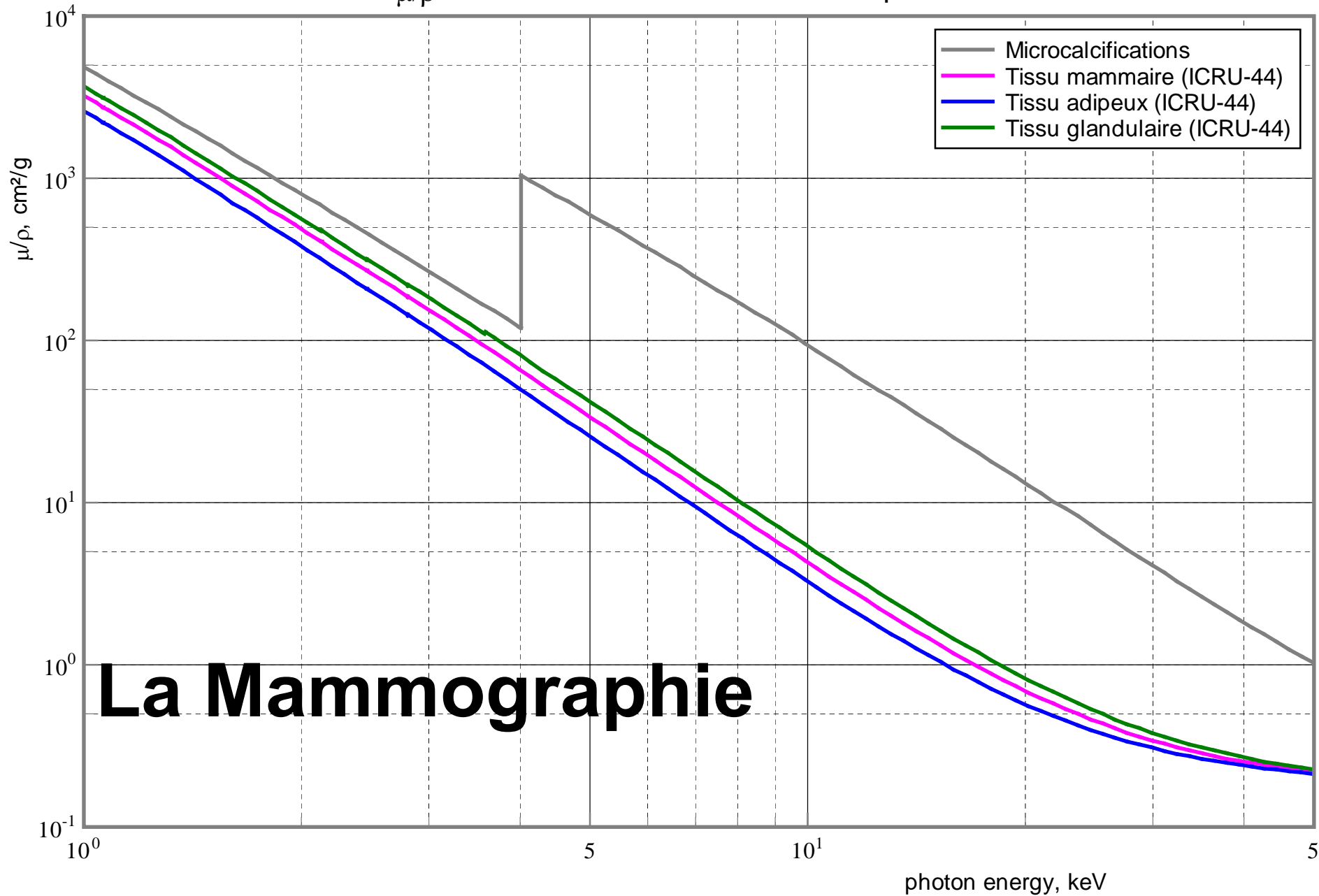
$$CTDI_{vol} = CTDI_w / pitch = CTDI_w \cdot (N.T / ? d)$$

N : nombre de coupes, T : largeur nominale de coupes, ? d : distance parcourue par le plateau de la table pendant une rotation unique de 360°

# CQ interne scanographie

- Chambre de volume sensible adapté,
- Fantôme centré dans le champ du scanner et sur l'axe de rotation du système,
- À 120 kV, systèmes d'optimisation de dose désactivés,
- Pour des épaisseurs de coupe maximale et minimale cliniquement utilisées :
  - Épaisseur de coupe ajustée par collimation primaire,
  - Ou assurée par la dimension des détecteurs,
- Mesure au cours d'une rotation axiale de 360 ° pour chaque point (centre, périphérie)
- Vérification par la mesure du  $CTDI_w$  affiché au pupitre :
  - NRD + information dosimétrique dossier patient
- Diamètre adapté pour pédiatrie :
  - Sous-estimation d'un facteur 2 à 3 !

$\mu/\rho$  - Coefficients d'atténuation massique totale



**La Mammographie**

**Décision AFSSAPS**  
du 30 janvier 2006  
CQ installations  
de mammographie numérique



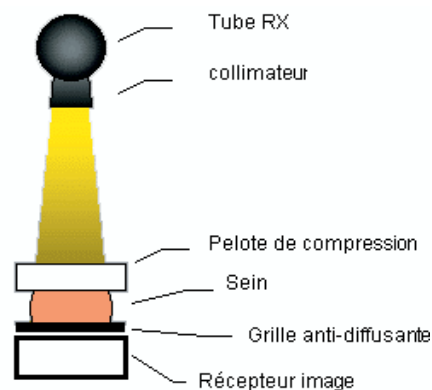
**Décision AFSSAPS**  
du 20 octobre 2005  
CQ installations  
de mammographie analogique

**Contrôle Qualité  
INTERNE**  
réalisé par l'exploitant ou par  
un prestataire sous sa responsabilité



**Contrôle Qualité  
EXTERNE**  
réalisé par un organisme de contrôle  
de qualité agréé par l'AFSSAPS

+	Fréquence de réalisation	-
-	Niveau de technicité	+
-	Matériels nécessaires	+



Technique	Spécificités	CQI
analogique	Écrans renforçateurs + films Développement humide	Dispositions générales Inactinisme de la chambre noire Système de développement Identification des récepteurs État fonctionnel du mammographe Qualité globale de l'image
numérique	Détecteur plein champ, ERLM, compteurs de photons Stations diagnostiques haute résolution Reprographie laser	Environnement lumineux Qualité des écrans haute résolution Qualité globale de l'image Qualité de la reprographie

# CQI en Mammographie Analogique

## CQ INTERNE Matériels

### Sensitomètre



### Densitomètre



### Fantôme Anthropomorphique sein équivalent tissu



### Films

**CONSTANCE QUALITE DEVELOPPEMENT**

**CONSTANCE  
QUALITE GLOBALE  
De L'IMAGE**

# Sensitométrie

21 plages de D.O. croissante par pas de 0,15



EXPOSITION + DEVELOPPEMENT

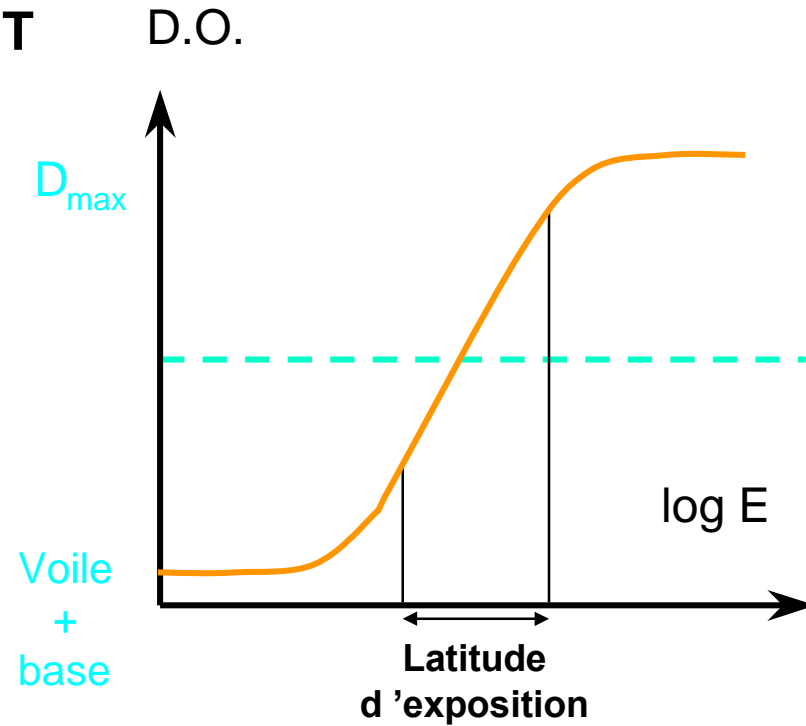


V  
DO1

1+V  
DO2

2+V  
DO3

SENSITOGAMME



# CQI en mammographie

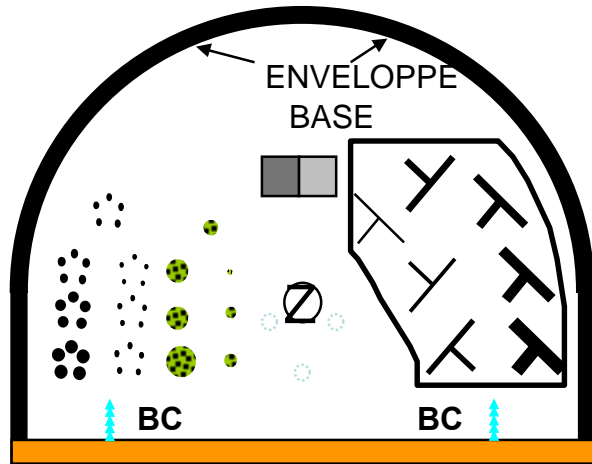
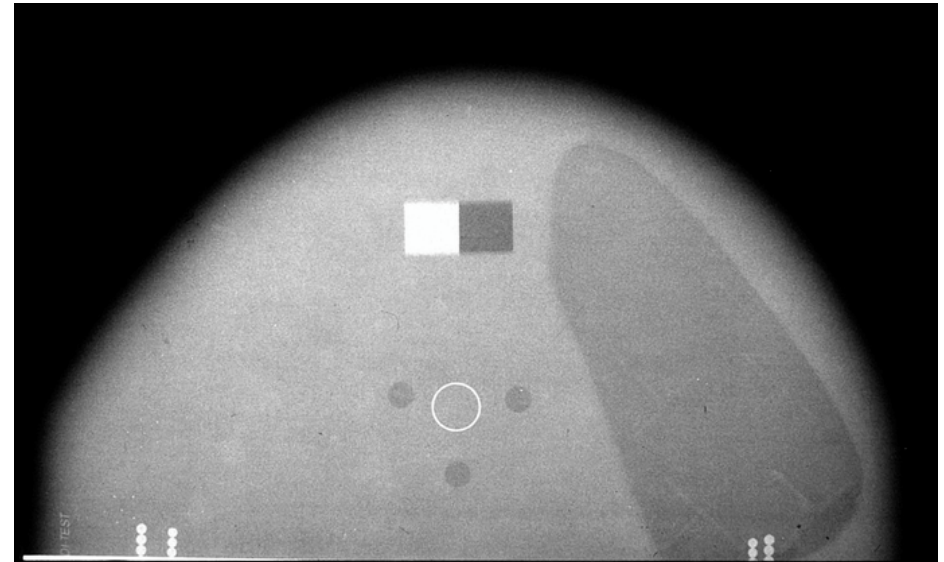


Fig. ent. visi.	Fig. part. visi.	Score
1		1
2		2
	3	3
3		4
	4	6
4		8
	5	12
5		16
	6	24
6		32
	7	48
7		64



Analyse visuelle  $\Rightarrow$  Score Global Qualité Image (opérateur dépendant)

Densitomètre (DO référence + contraste)

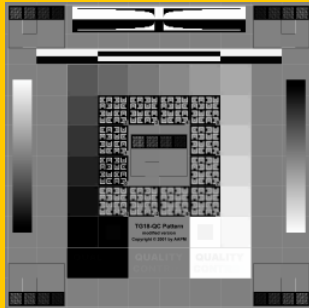
Evaluation profondeur sein explorée côté thorax

# CQ en Mammographie Numérique

## CQ INTERNE Matériels

Mire numérique  
AAPM 18TG-QC

<http://afssaps.sante.fr>



Luxmètre étalonné  
0.1 ? 120 lux  
( $\pm 5\%$ )



Fantôme  
Anthropomorphique  
sein équivalent tissu



Films

**CONSTANCE QUALITE VISUALISATION  
et REPROGRAPHIE**

**CONSTANCE**

**QUALITE GLOBALE**

**De L'IMAGE**

# CQ en Mammographie Numérique

## CQ INTERNE QUOTIDIEN

1

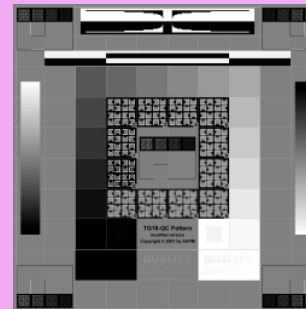
Mesure de l'ambiance lumineuse en salle de lecture



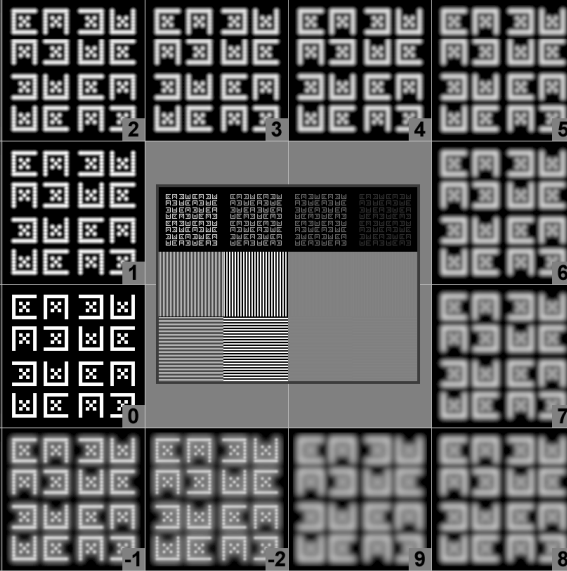
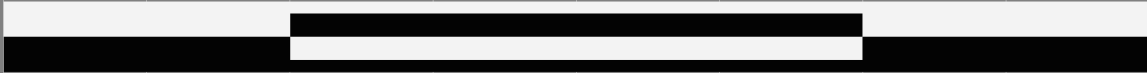
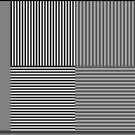
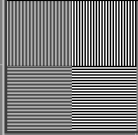
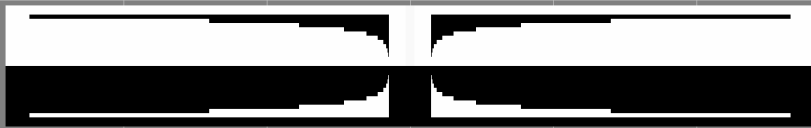
10 à 20 lux

2

Affichage de la mire AAPM 18TG-QC sur les moniteurs diagnostiques



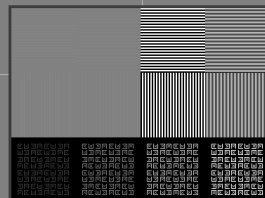
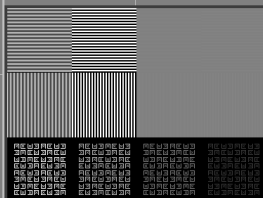
← Suivi temporel →



TG18-QC Pattern  
modified version  
Copyright © 2001 by AAPM

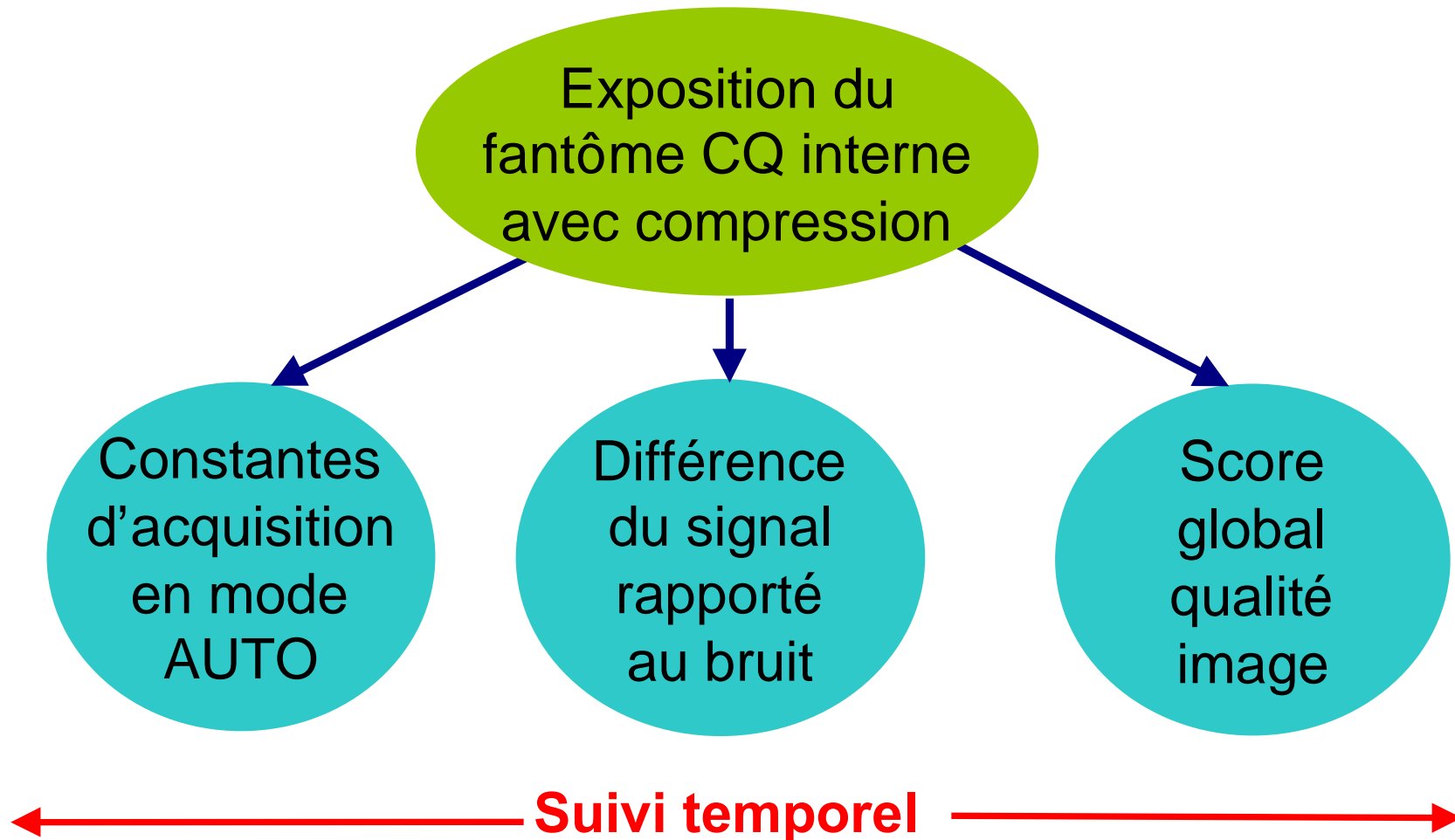
QUALITY  
CONTROL

QUALITY  
CONTROL



# CQI en Mammographie Numérique

## CQ INTERNE HEBDOMADAIRE



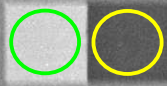
# SDNR

*(Différence du signal rapportée au bruit)*



Valeur moyenne des pixels et écart-type pour chaque ROI

**ZONE  
GLANDULAIRE**



**ZONE  
ADIPEUSE**

# CQI en mammographie

Actes de CQ **simples** à réaliser,

**Analyse** des tests et stratégie corrective parfois complexe :  
sensitométrie ? accompagnement par biomédical?,

**Ecriture** rigoureuse modes opératoires et procédures,

**Traçabilité** sans faille,

**Vérification** des matériels de mesure,

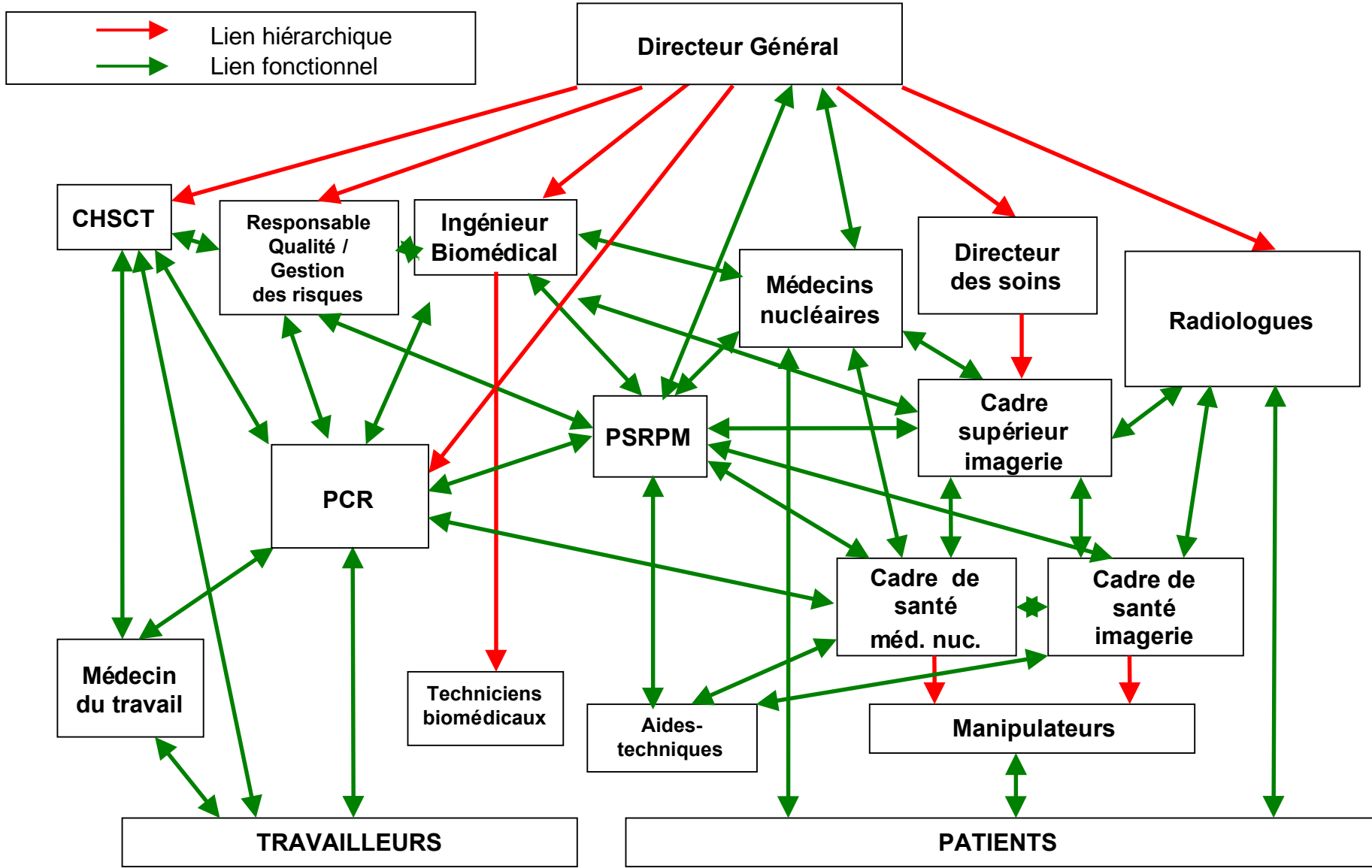
**Responsabilisation** des opérateurs ? encadrement

- respect de l'organisation des contrôles,
- réactivité / résultats des contrôles,
- désignation de 2 référents pour le CQI, avec affectation régulière au poste de travail
- veille réglementaire!
- recadrage / dérives de fonctionnement !

# Conclusion

## Inventaire et Registre !

- Doivent être tenus à disposition par l'exploitant,
- Causes majeures de non-conformité,
- Collaboration du biomédical : +++



# Conclusion

- **CQI** : outils donnés à l'exploitant pour susciter son intérêt pour la qualité
- **Plan d'Organisation de la Physique Médicale**  
car faille du CQI souvent d'ordre organisationnel
- **Décisions AFSSAPS :**  
« ne remettent pas en cause d'éventuels contrôles internes complémentaires réalisés volontairement par l'exploitant qui iraient **au-delà** du contrôle interne fixé en annexe »

⇒ **OPTIMISATION**