



USAID
DU PEUPLE AMERICAIN

Formation aux procédures de radiographie thoracique pour les techniciens en radiologie/ radiographes

“Qualité de l'image”

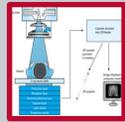
Mme KHIN YADANAR MOE

Consultant (Formation TB CXR), Projet IDDS/ Myanmar

Contenu



Qualité de l'image en radiographie sur film-écran



Qualité de l'image en radiographie numérique



Facteurs techniques pour une image CXR de bonne qualité



Dépannage

Qualité de l'image en radiographie sur film-écran

Radiographie sur film-écran

Facteurs de qualité de l'image

**1. Densité
(exposition
des
récepteurs
d'images)**

2. Contraste

**3. Résolution
spatiale**

4. Distorsion

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

I. Densité (exposition des récepteurs d'images)

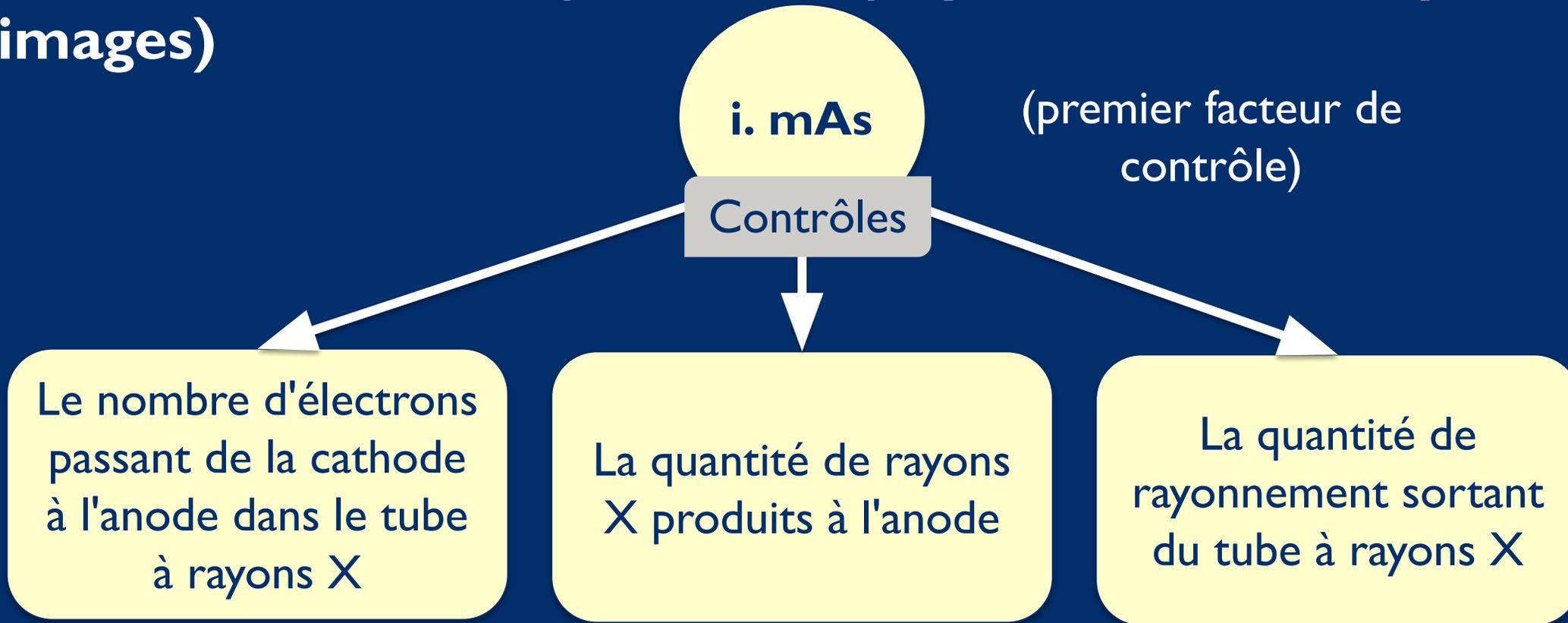
”Quantité de noircissement qui apparaît sur le film”

Les facteurs de contrôle sont

- i. mAs
- ii. kVp
- iii. Distance source-récepteur d'image (DSI)
- iv. Grilles
- v. L'effet de talon de l'anode
- vi. Filtration

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

Facteurs de contrôle (densité : (exposition des récepteurs d'images))

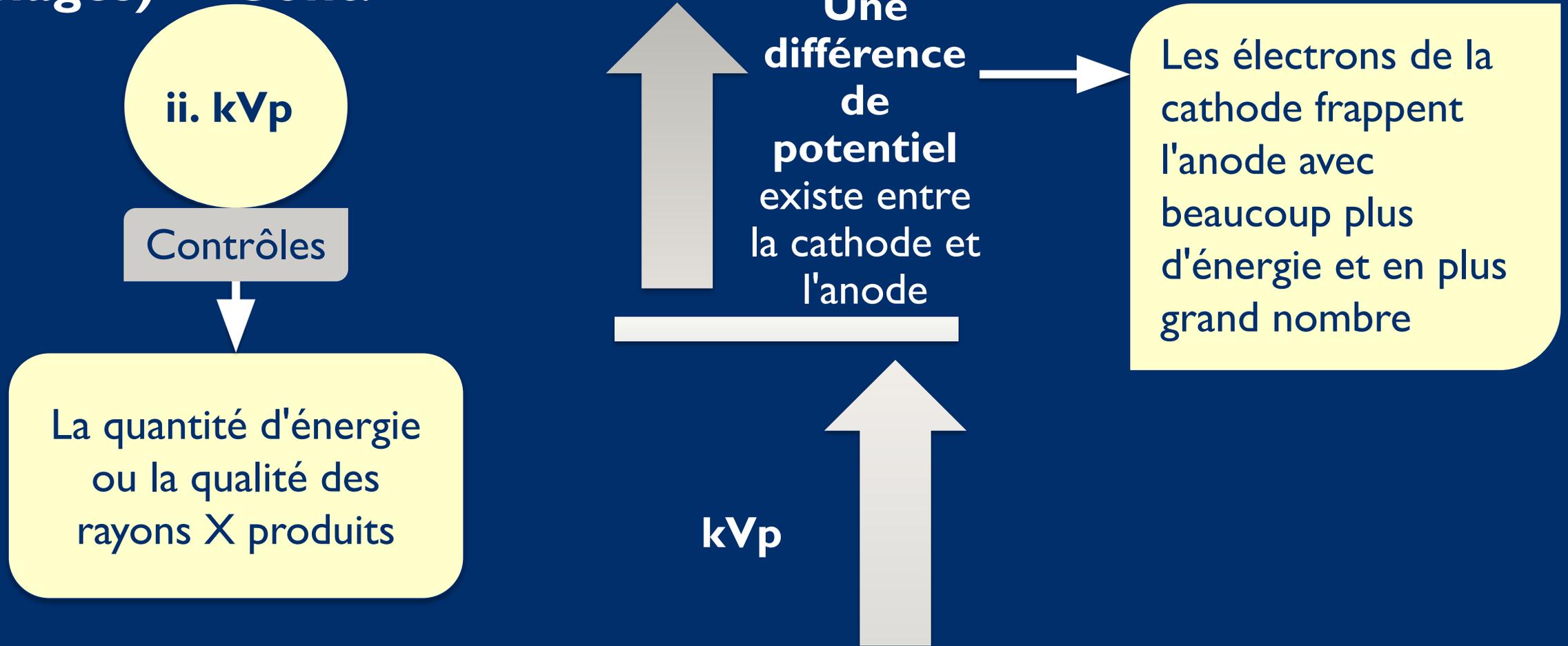


** Les mAs contrôlent la densité et ce, en contrôlant la quantité de rayons X émis par le tube à rayons X et la durée de l'exposition.*

*** En doublant les mAs, on double la quantité ou la durée des rayons X émis, ce qui double la densité sur le film.*

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

Facteurs de contrôle (densité : (exposition des récepteurs d'images) – Cont.



Remarque : Cette situation entraîne une augmentation de la production de rayonnements de courte longueur d'onde et de haute énergie.

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

Réglages de la densité de l'image analogique

**Une augmentation de 15 % du kV augmentera la densité du film, comme si l'on doublait les mAs*

Doublement des mAs
(2 x mAs)

Dans le cas où
tous les autres
facteurs (kVp)
sont constants

2 x la densité sur la radiographie

Régie par la règle des 15
%
(similaire au doublement
des mAs)

soit, par exemple, $80 \times .15 = 12 \text{ kv}$
 $60 \times .15 = 9 \text{ kv}$

L'augmentation de 15 % kVp = 2 x l'exposition des récepteurs
La réduction de 15% kVp = $\frac{1}{2}$ x l'exposition des récepteurs

Facteurs de contrôle (densité : (exposition des récepteurs d'images) – Cont.



2 mAs (60kV)
sous-exposé



4 mAs (60kV) répété,
double mAs

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

Facteurs de contrôle (densité : (exposition des récepteurs d'images) – Cont.



Loi du carré inverse :

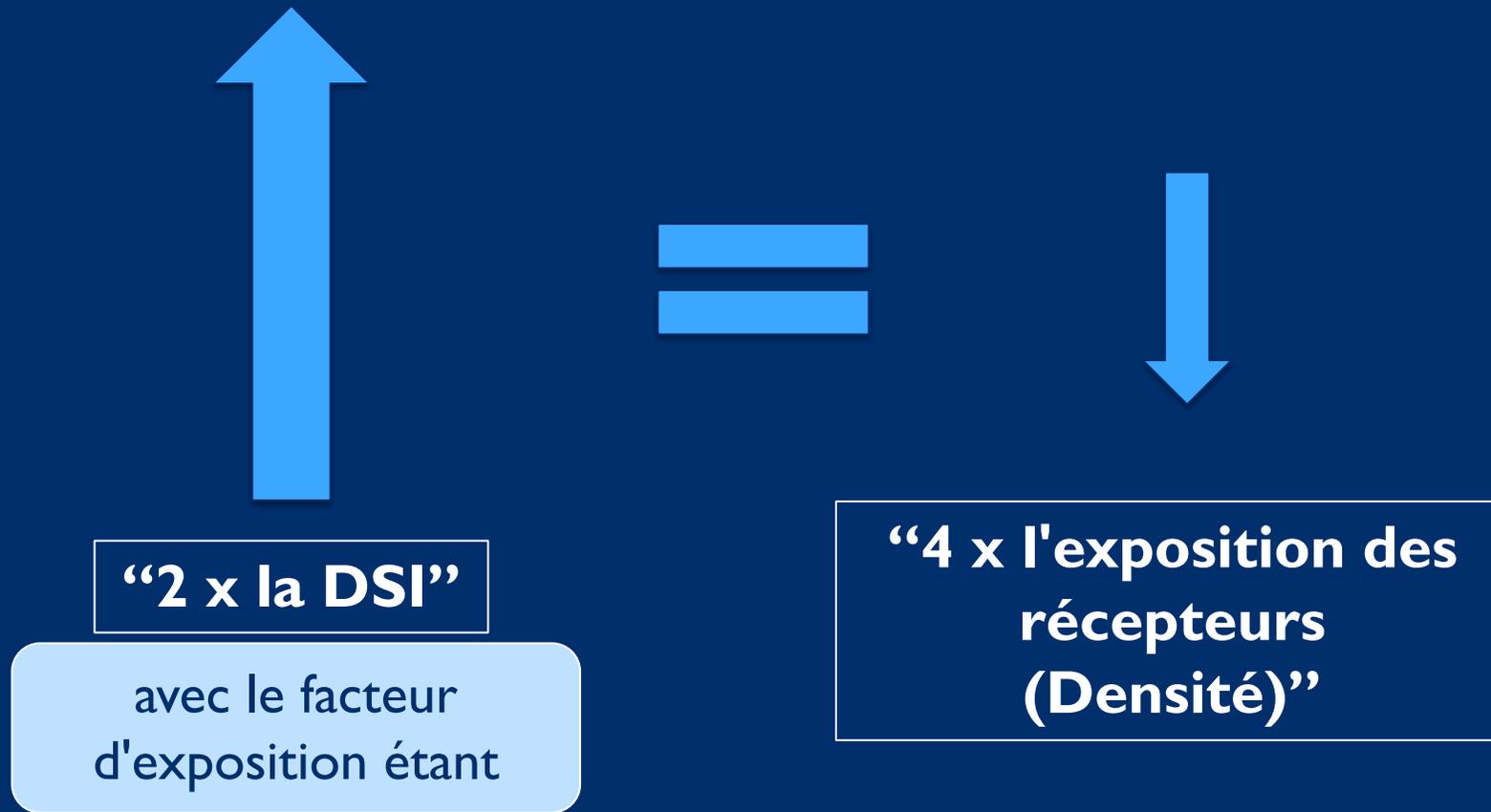
“ L'intensité du faisceau de rayons X est inversement proportionnelle au carré de la distance entre la source de rayons X et le récepteur d'image.”

Formulée comme suit :

$$\text{Ancienne intensité} / \text{Nouvelle intensité} = \text{Nouvelle DSI}^2 / \text{Ancienne DSI}^2$$

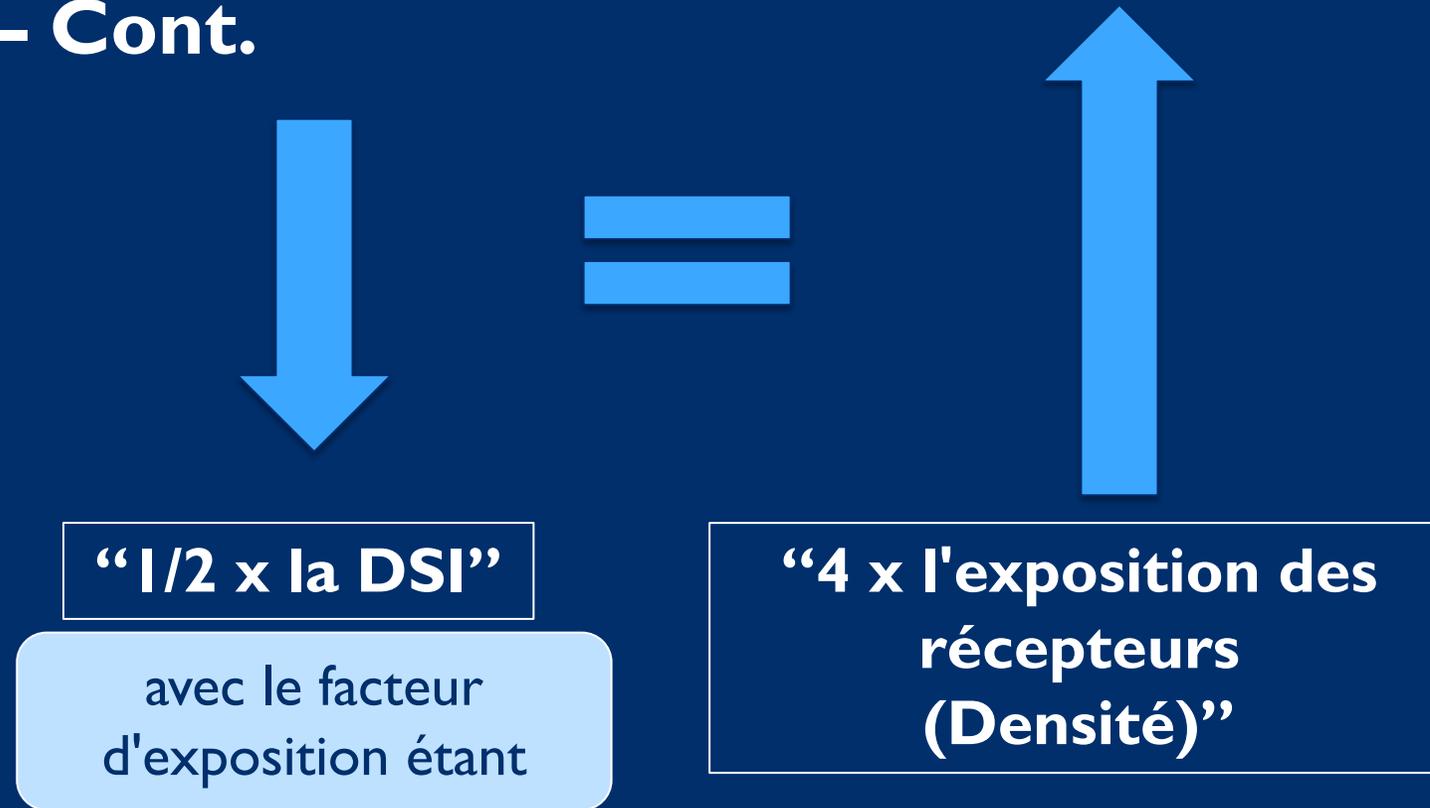
Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

Facteurs de contrôle (densité : (exposition des récepteurs d'images) – Cont.



Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

Facteurs de contrôle (densité : (exposition des récepteurs d'images) – Cont.



Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

Facteurs de contrôle (densité : (exposition des récepteurs d'images) – Cont.

Formule pour conserver l'exposition :

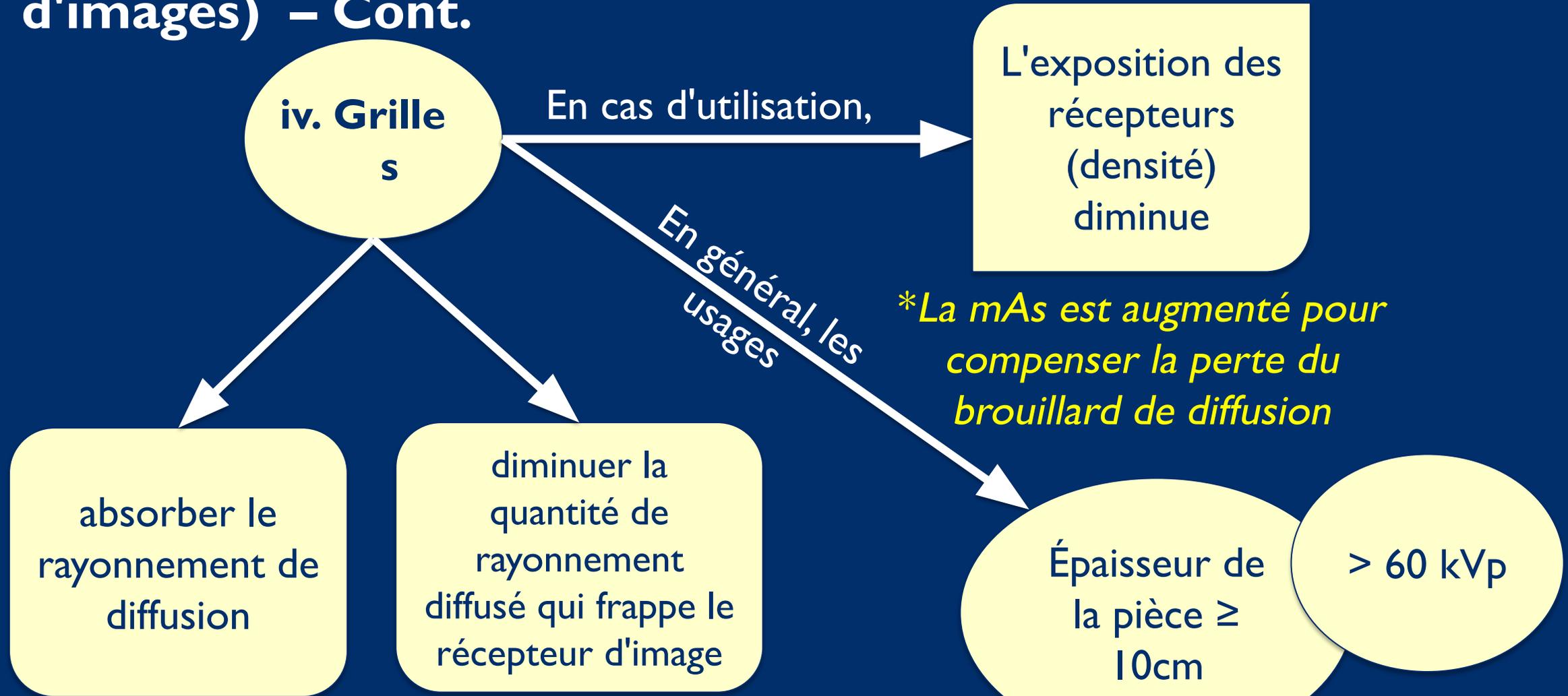
$$\text{Ancienne mAs} / \text{Nouvelle mAs} = \text{Ancienne DSI} / \text{Nouvelle DSI}$$

- ▲ “2 x la DSI = 4 x la mAs” ▲
- ▼ “1/2 x la DSI” = 4 x la mAs ▼

(Afin de conserver la même exposition du récepteur (Densité) au même niveau que celle d'une image prise à l'ancienne distance)

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

Facteurs de contrôle (densité : (exposition des récepteurs d'images) – Cont.



Reference: John Ball, Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging, 5ème édition

Construction de grilles

1. Lames de plomb séparées par des intercalaires en aluminium
2. Rapport de grille : C'est la hauteur des bandes de plomb divisée par la distance entre les bandes de plomb

$$\text{Rapport de grille} = H/D$$

****Les rapports vont de 4:1 à 16:1***

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

Type de grilles

Grilles linéaires

- Les lames de plomb sont parallèles les unes aux autres
- Le tube à rayons X peut être incliné sur la longueur de la grille sans risque de coupure

Grilles focalisées

- Les lames de plomb sont inclinées pour coïncider avec la divergence du faisceau de rayons X
 - Utilisé dans des plages spécifiques de la DSI
- La plage focale est large pour les grilles à faible rapport.
- La plage focale est étroite pour les grilles à haut rapport

Grilles croisées

- Elles sont constituées de deux grilles linéaires placées perpendiculairement l'une à l'autre
- Nettoyage supérieur de la diffusion
 - Ne permet aucune angulation du faisceau de rayons X
 - nécessitent un positionnement et un centrage parfaits

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

Coupure de la grille

- Diminution de la densité à la périphérie de l'image causée par l'absorption des rayons de formation d'image
- Utilisée principalement avec une DSI importante ou un petit champ

Mouvement de grille

1. Grilles fixes

- Ne pas bouger pendant l'exposition
- Les lignes de la grille sont susceptibles d'être visibles

2. Grilles mobiles

- Réciprocité (mouvement de va-et-vient) pendant l'exposition
- Empêchent la visibilité des lignes de la grille
- La grille doit commencer à bouger juste avant l'exposition et rester en mouvement jusqu'à la fin de l'exposition pour brouiller les lignes de la grille

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

Erreur de grille

- Grille à l'envers :

Le résultat obtenu est donc une densité normale au milieu de la radiographie avec une densité réduite sur les côtés

- grille linéaire inclinée :

Le résultat est que les rayons formateurs d'image sont absorbés dans tout le champ radiographique avec une coupure (diminution de la densité) visible sur toute la radiographie

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

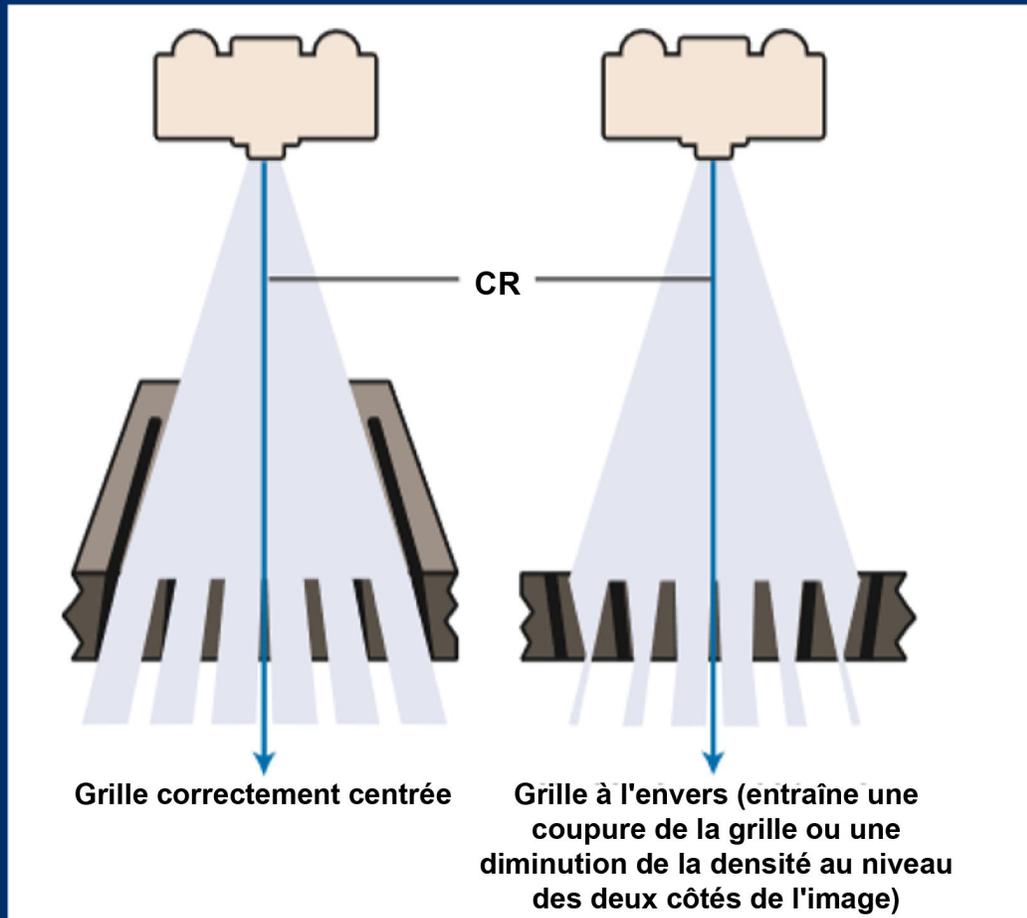
Erreur de grille – Cont.

- Grille excentrée :
Coupure visible, davantage sur un côté à la radiographie
- Grille non focalisée :
Densité normale au milieu de la radiographie avec coupure visible sur les côtés

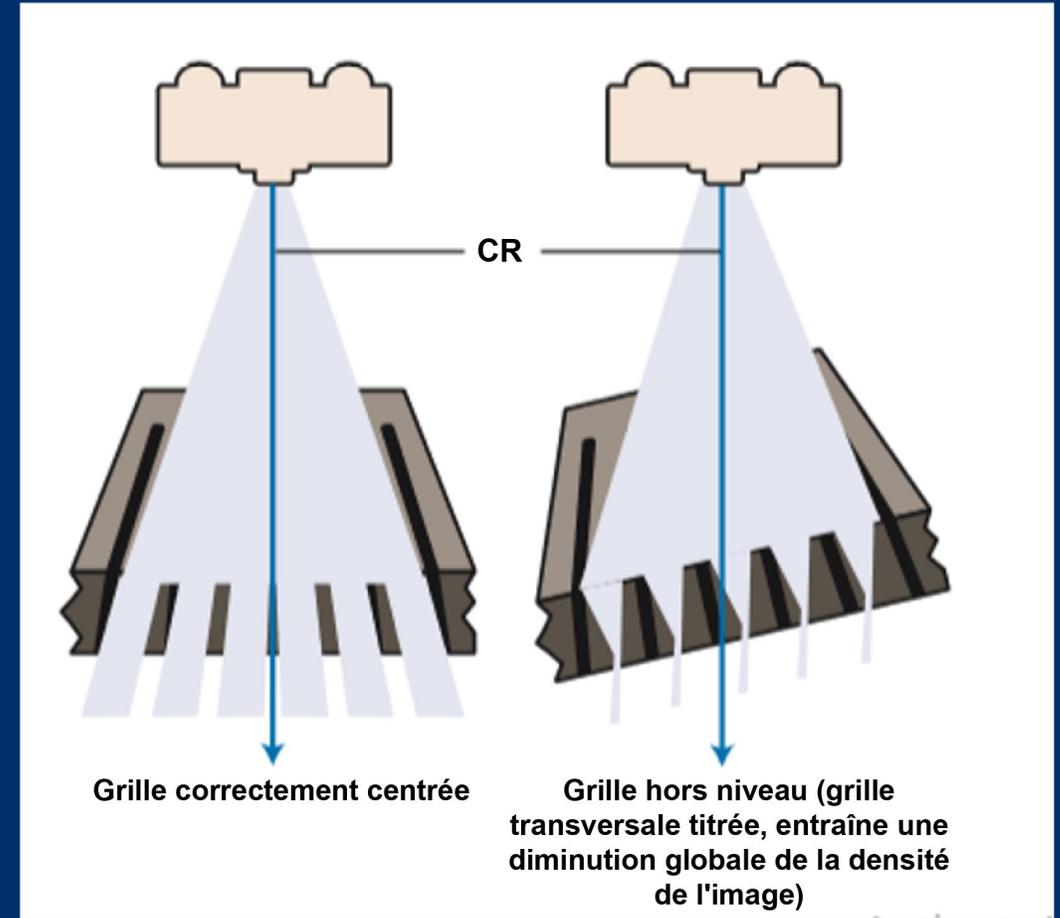
Qualité radiographique et grilles

- Produisent un contraste plus élevé en absorbant les rayons de diffusion Compton qui produisent du brouillard s'ils frappent le récepteur d'image

Facteurs de contrôle (densité : (exposition des récepteurs d'images) – Cont.



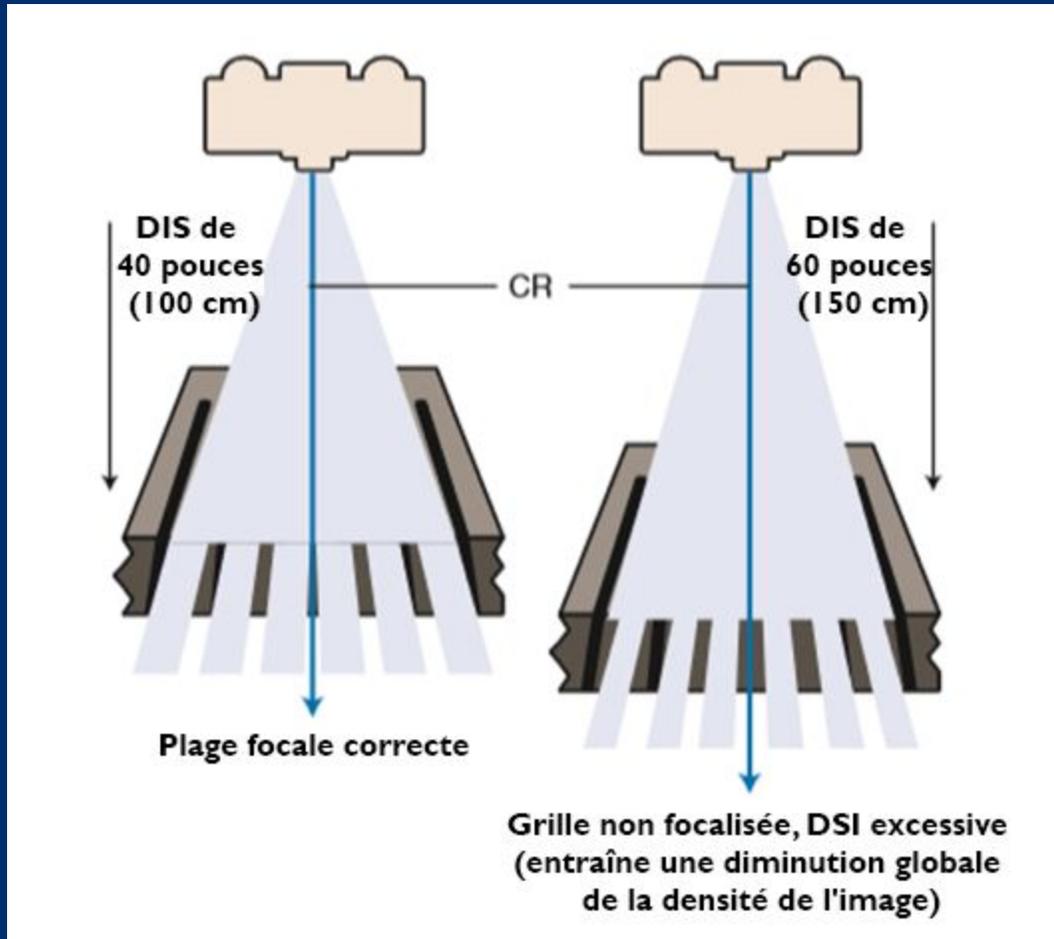
Grille à l'envers



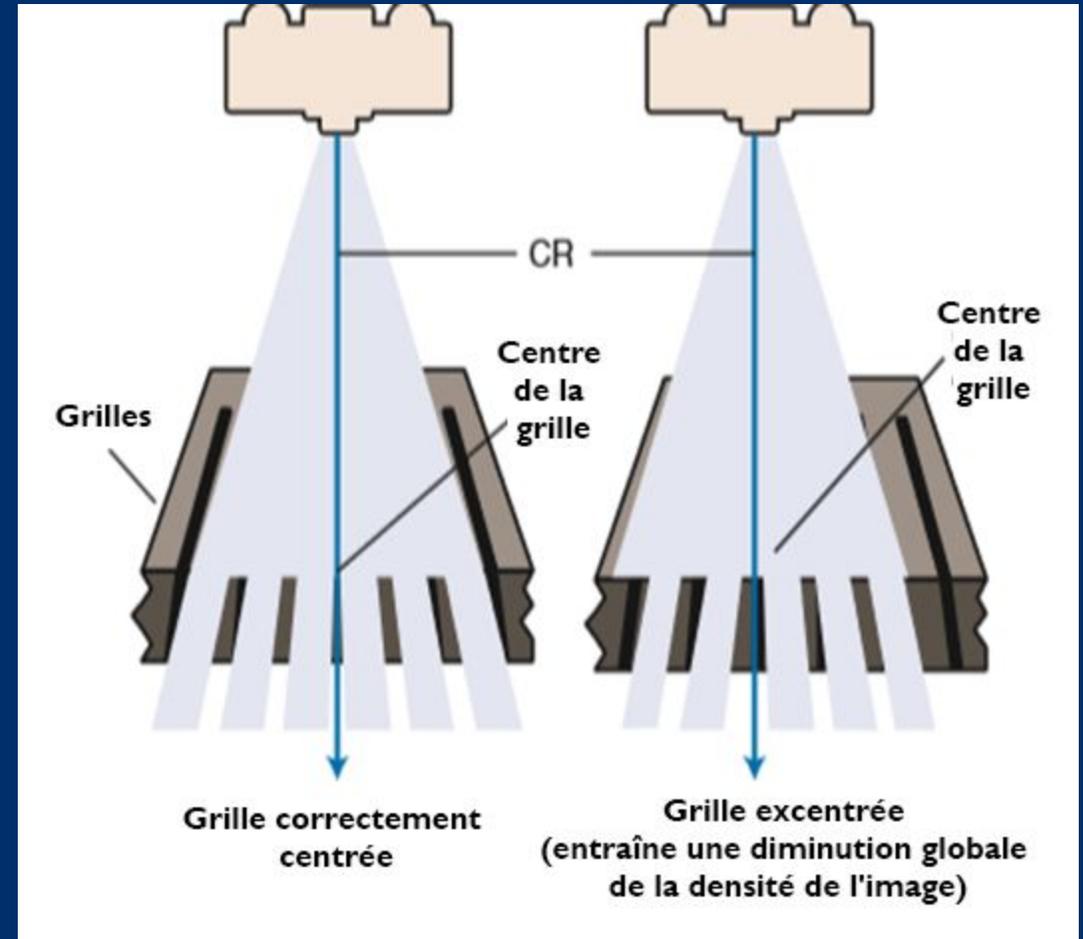
Grille linéaire inclinée

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

Facteurs de contrôle (densité : (exposition des récepteurs d'images) – Cont.



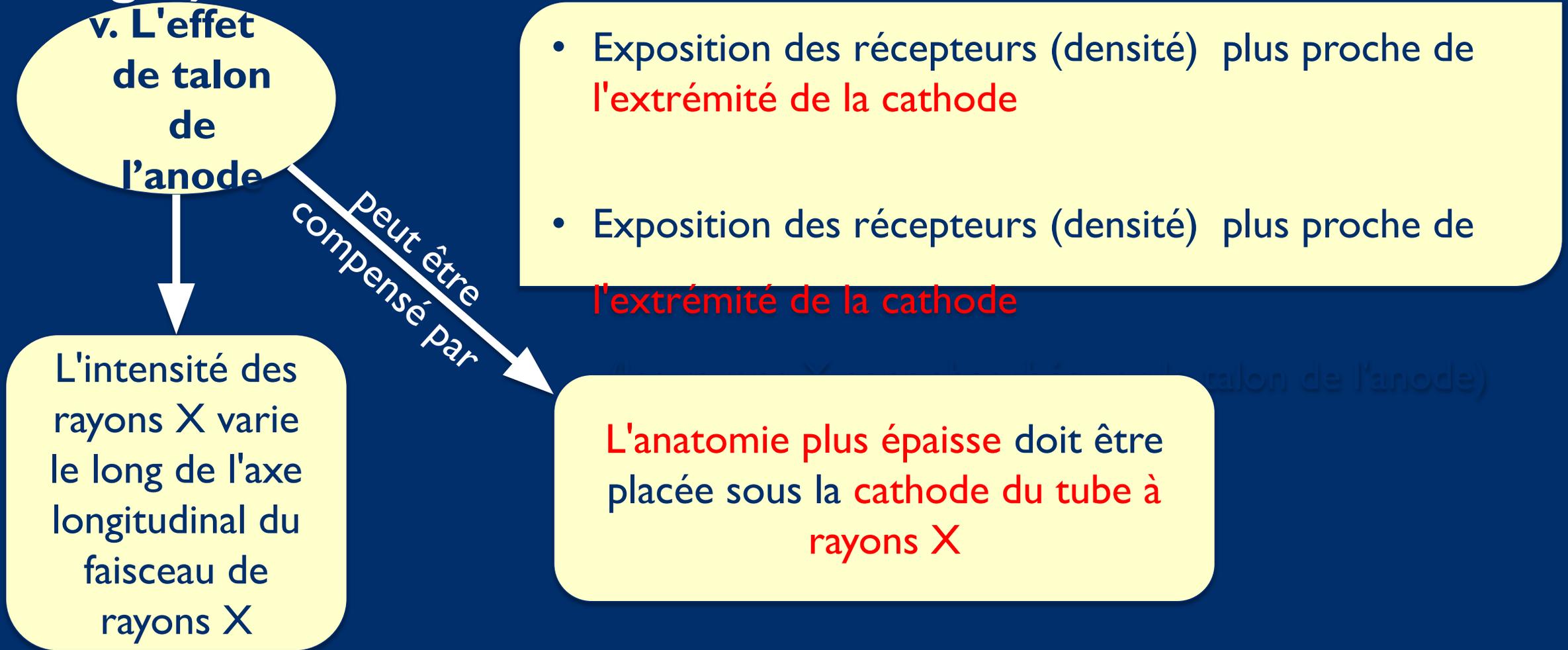
Grille non focalisée



Grille excentrée

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

Facteurs de contrôle (densité : (exposition des récepteurs d'images) – Cont.

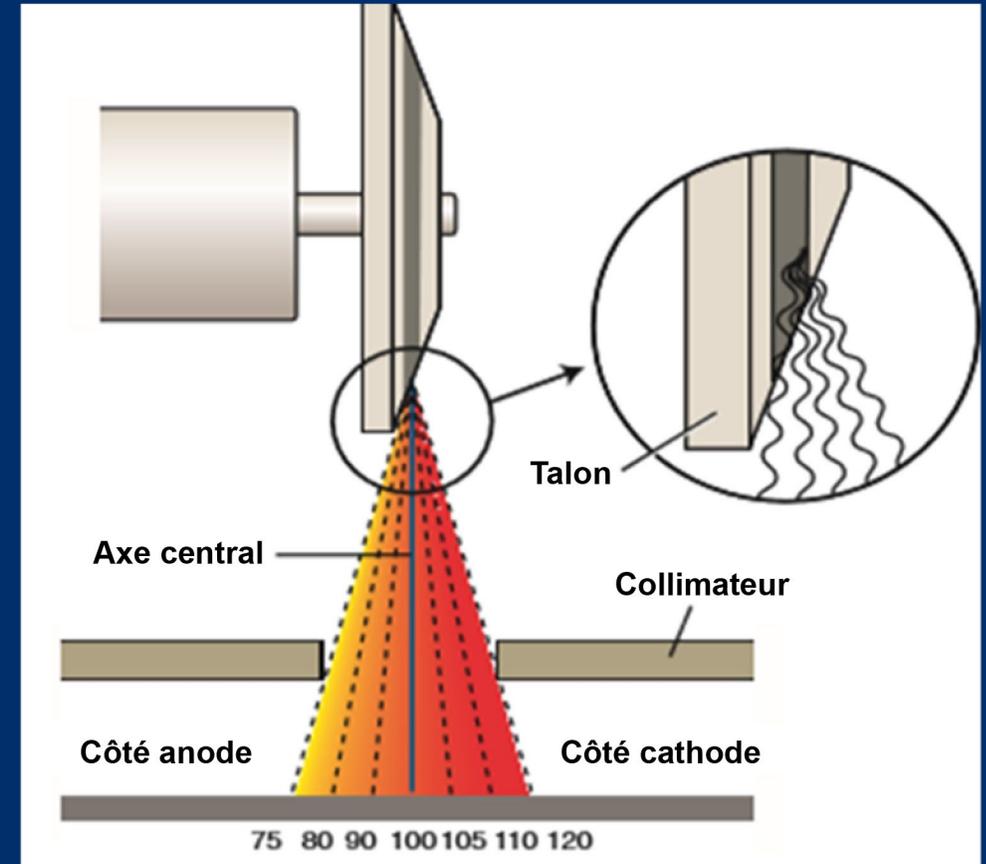


Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

Facteurs de contrôle (densité : (exposition des récepteurs d'images) – Cont.

- La qualité de l'image augmente avec
 - Le petit point focal
 - La plus courte DSI
 - La plus grande taille de l'IR

L'effet de talon de l'anode



Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

Facteurs de contrôle (densité : (exposition des récepteurs d'images) – Cont.

vi. Filtration

Peut être compensé en utilisant

- *Filtre en coin*
- *Filtre en auge*
- *Filtre Boomerang*

toutes les parties du corps de densité anatomique variable

Peut entraîner

une image partiellement surexposée ou sous-exposée

parce que les parties anatomiques atténuent le faisceau différemment

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

Facteurs de contrôle (densité : (exposition des récepteurs d'images) – Cont.

- *Filtre en coin* - le montage est effectué sur le collimateur
- *Filtre en coin* - le montage est effectué sur le collimateur et est utilisé pour l'imagerie thoracique

Les parties périphériques plus épaisses du filtre sont placées en adéquation avec les poumons qui sont moins denses d'un point de vue anatomique.

**La partie la plus fine du filtre correspond au médiastin.*

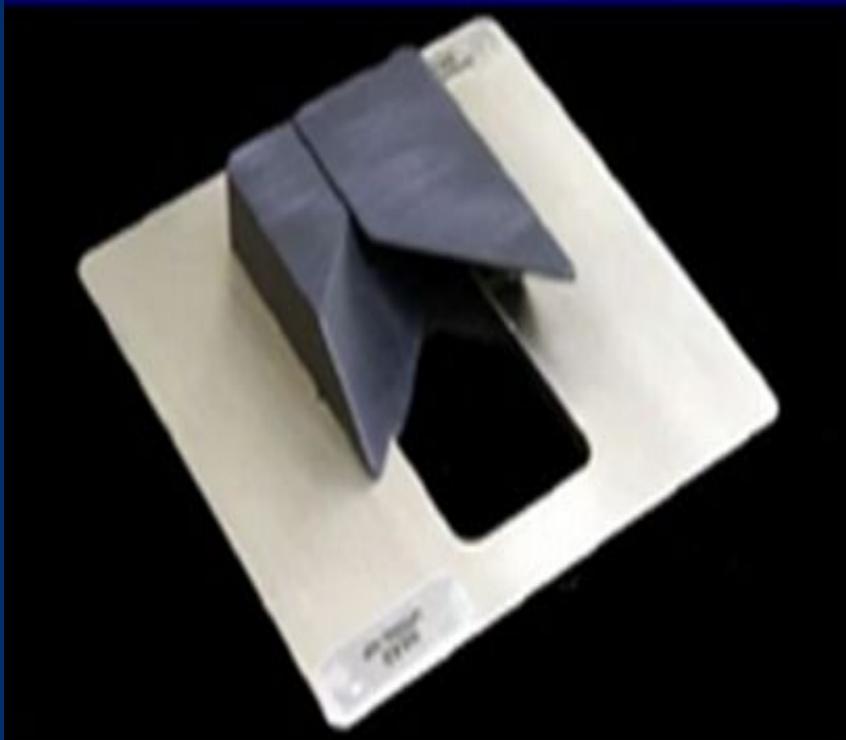
Facteurs de contrôle (densité : (exposition des récepteurs d'images) – Cont.

- *Filtre Boomerang*

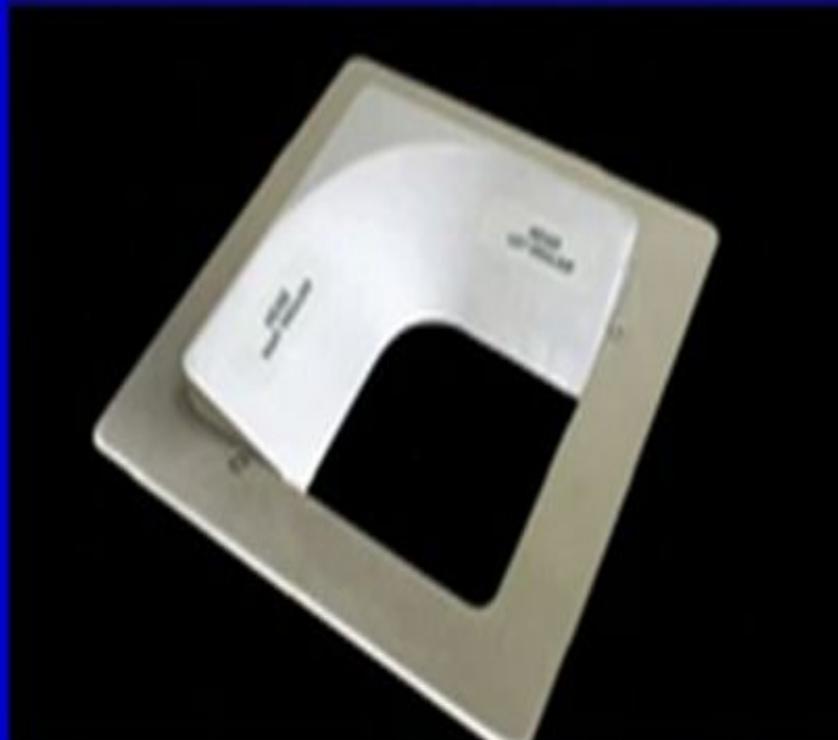
Placé derrière le patient et utilisé essentiellement pour la radiographie des épaules et de la colonne thoracique supérieure

Il diminue la dose de radiation

Facteurs de contrôle (densité : (exposition des récepteurs d'images) – Cont.



Filtre en coin



Filtre Boomerang

John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

2. Contraste

Une différence visible
entre
Deux zones de luminosité sélectionnées
(dans l'image radiographique affichée)

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

2. Contraste – Cont.

contraste élevé

- Indique **de petites différences** entre les nuances de gris
- Présence d'un grand nombre de nuances de gris

Contraste modéré

- Indique **de grandes différences** entre les nuances de gris
- Peu de tons gris présents, plus d'images en noir et blanc

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

2. Contraste – Cont.

- **Contraste élevé**

- *Peu de tons gris, image principalement de couleur noir et blanc*
- *Peut également être appelé **échelle de contraste courte***
- *Produit à partir des faibles tensions kVp*

- **Contraste moins élevé**

- *De nombreux tons gris sur l'image*
- *Peut également être appelé **échelle de contraste étendue***
- *Produit à partir hautes tensions kVp*

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

2. Contraste – Cont.

- **Contraste-objet**

- Désigne les différences observées dans le faisceau résiduel, dues à l'absorption différentielle du faisceau de rayons X par les structures du corps
- Le contraste objet est contrôlé par la kVp
- Plus le kV est élevé, plus l'énergie est grande, et plus le faisceau de rayons X pénètre uniformément les différentes densités de masse de tous les tissus

**Un kV plus élevé produit moins de variation dans l'atténuation (absorption différentielle), ce qui entraîne un contraste plus faible.*

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

2. Contraste – Cont.

- Une kV plus élevée, entraînant à la fois davantage de rayons X et des rayons X de plus grande énergie, entraîne une augmentation de l'énergie des rayons X atteignant les IR, ainsi qu'une augmentation correspondante de la densité globale.

La kV est en outre le deuxième facteur de contrôle de la densité.

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

2. Contraste – Cont.

- Régie par la règle des **15%** (similaire au doublement des mAs)
*(Une augmentation de kVp de 15% double l'exposition des récepteurs,
une diminution de kVp de 15% réduit la moitié de l'exposition du récepteur
soit, par exemple $80 \times .15 = 12 \text{ kv}$
 $60 \times .15 = 9 \text{ kv}$*
**Une augmentation de 15 % du kV augmentera la densité du film,
comme si l'on doublait les mAs*

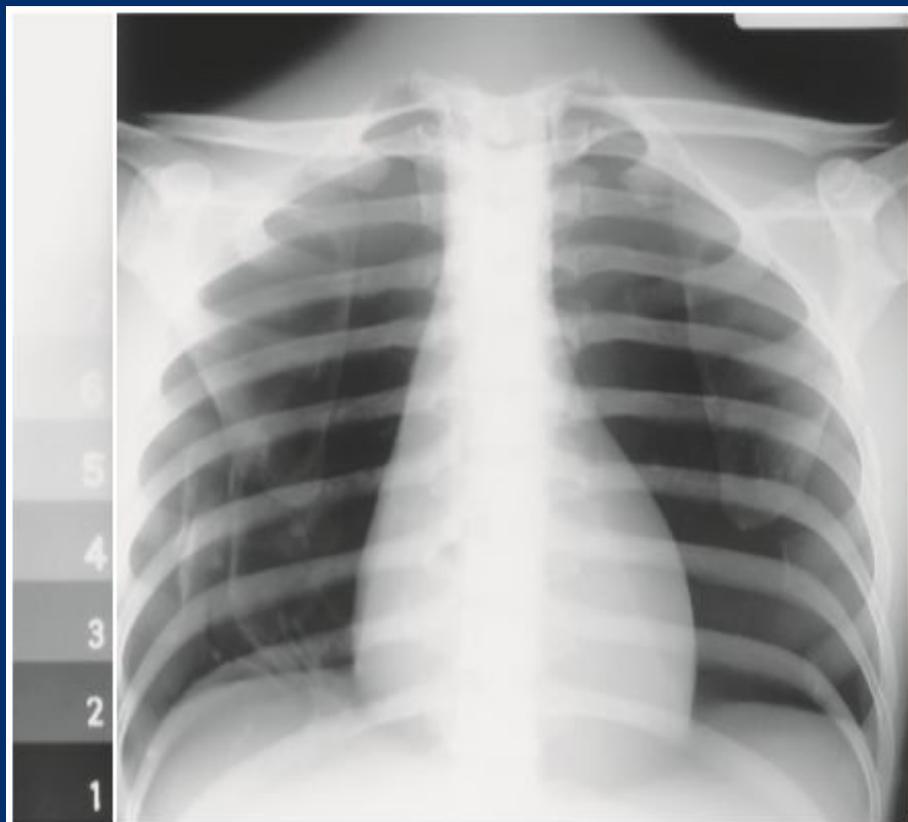
Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

2. Contraste – Cont.

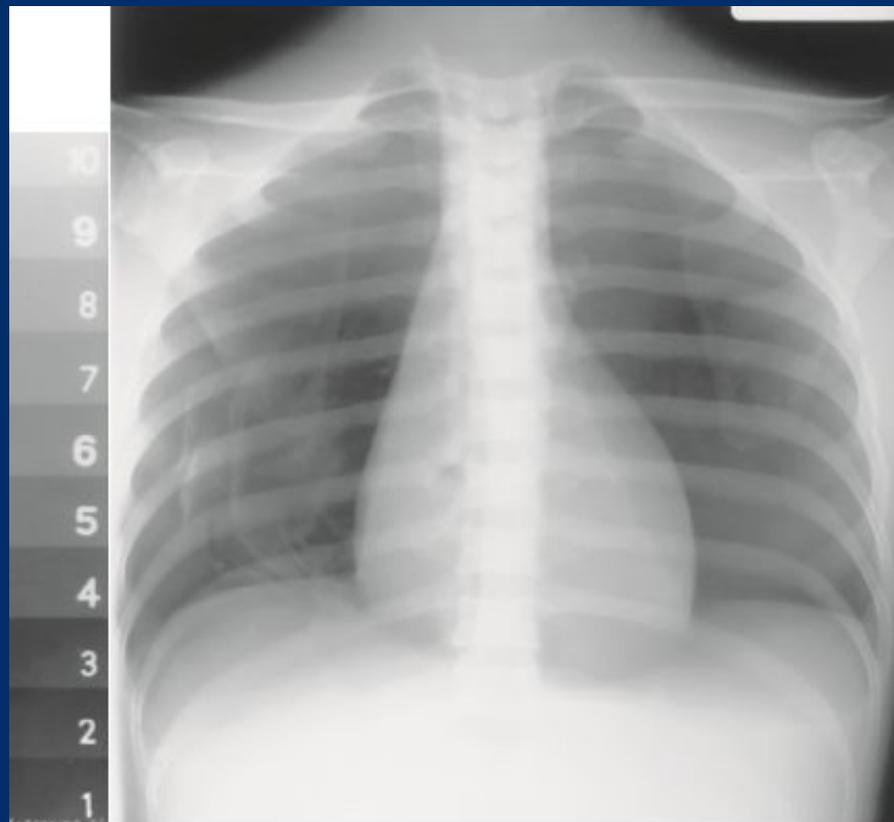
- Dans la plage inférieure de kV
 - 50 à 70 kV, une augmentation de 8 à 10 kV permet de doubler la densité (ce qui équivaut à doubler les mAs)
- Dans la plage de 80 à 100 kV
 - Une augmentation de 2 à 15 kV est nécessaire pour doubler la densité

L'importance de ce point est liée à **la protection contre les rayonnements** car lorsque le kV est augmenté, les mAs peuvent être réduits de manière significative, ce qui a pour conséquence une absorption moindre des rayonnements par le patient.

2. Contraste – Cont.



**Contraste élevé, échelle de contraste
courte 50 kV, 800 mAs**



**contraste peu élevé, échelle de contraste
étendue 110 kV, 10 mAs**

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

2. Contraste – Cont.

- La collimation
 - Réduit la quantité de tissus irradiés
 - Réduit la quantité de dispersion produite et augmente le contraste
 - Réduit la dose de radiation infligée au patient et au technologue
- Grilles
 - Permettent la réduction de la quantité de diffusion atteignant le récepteur d'image
 - Moins de brouillard de diffusion entraîne moins de tons gris, ce qui augmente le contraste

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

2. Contraste – Cont.

- Filtration
 - Lorsque la filtration augmente, le faisceau devient plus dur (le photon moyen frappe le patient a une longueur d'onde plus courte)
 - **Le contraste diminue lorsque la filtration augmente**

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

3. Résolution spatiale

- Netteté des bords constitutifs de l'image
- Le plus petit détail susceptible d'être détecté
- On peut également faire référence à la netteté des détails, à la définition et à la résolution de l'image

- Contrôlés par

Facteurs
géométriques

Système de
film-écran

Mouvement

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

Facteurs de contrôle (Résolution spatiale)

i. Les facteurs géométriques sont

Point focal

- L'utilisation d'un petit point focal permet de réduire le manque de netteté géométrique

Distance source-récepteur d'image (DSI)

- Distance entre la source de rayonnement et le récepteur d'image
- La DSI la plus longue doit être utilisée
- La plus courte DSI provoque un grossissement de l'image, ce qui entraîne une perte de netteté

Distance objet-récepteur d'image (OID)

- Distance entre la partie anatomique imagée et le récepteur d'image
- la plus longue OID possible doit être utilisée
- L'augmentation de l'OID provoque un grossissement de l'image, ce qui entraîne une perte des détails enregistrés

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

Facteurs de contrôle (Résolution spatiale)

iii. Mouvements

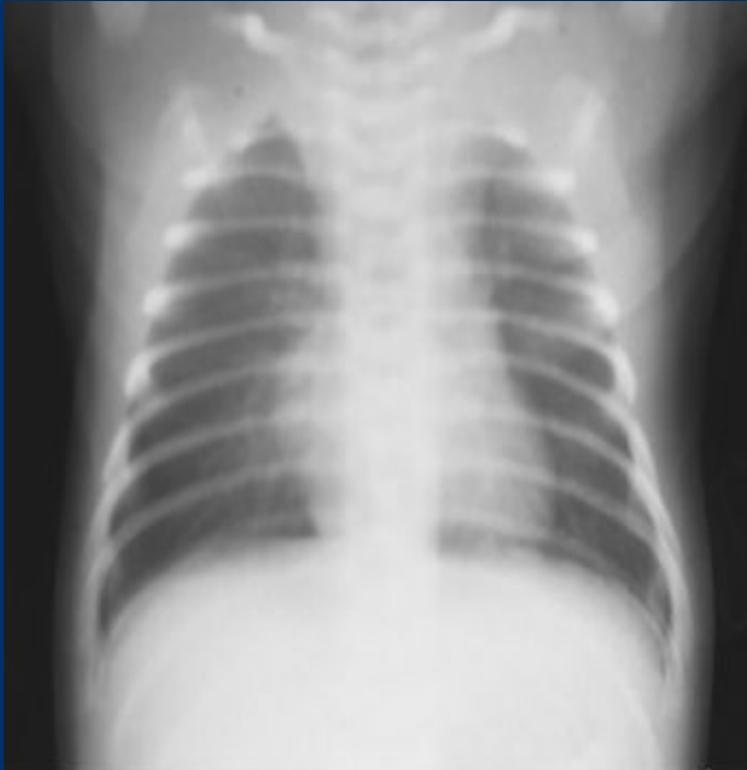
Tout mouvement entraîne un flou de l'image et une perte ultérieure des détails enregistrés

Les mouvements peuvent être causés par les éléments suivants :

- Mouvement du patient (volontaire et involontaire)
 - Mouvement du tube à rayons X
 - Mouvement excessif d'une grille à mouvement alternatif
-

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

Facteurs de contrôle (Résolution spatiale)



Mouvement volontaire (respiration et mouvement du corps)
flou de la poitrine entière et manque de netteté général



flou au niveau de toute la poitrine et manque de netteté générale
flou localisé dans la partie supérieure gauche de l'abdomen

Référence : The Textbook of Radiographic Positioning & Related Anatomy, 8e édition (ISBN 978-0-323-08388-1) Auteurs : Kenneth L. Bontrager et John P. Lampignano.

Facteurs de contrôle (Résolution spatiale)

iii. Mouvements

Mouvement volontaire

- Minimisé par une respiration contrôlée et l'immobilisation du patient. Blocs de soutien, sacs de sable ou autres dispositifs d'immobilisation

Mouvement involontaire

- Minimisé par une diminution du temps d'exposition avec une augmentation associée du mA.

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

4. Distorsion

- Toute représentation géométrique erronée d'une structure anatomique sur un récepteur d'images
- Deux types de distorsion :
 - Taille
 - Forme

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

Facteurs de contrôle (Distorsion)

Taille

Grossissement

- Le grossissement d' une grande DSI n'est pas considérable que celui d'une petite DSI
- C'est la raison pour laquelle les radiographies du thorax sont réalisées à une distance minimale de 72 pouces.

La DSI de 72 pouces (183 cm) entraîne un léger grossissement du cœur et des autres parties du thorax.

Causée par une très grande OID

**Plus l'objet radiographié est proche de l'IR, plus le grossissement et la distorsion de forme sont limités et meilleure est la résolution.*

Causé par une petite DSI

La structure anatomique apparaît plus grande sur l'image qu'en réalité

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

Facteurs de contrôle (Distorsion) – Cont.

Forme

Allongement

permet que la structure anatomique apparait plus grande sur l'image qu'en réalité

- Causé par

(a) Angulation ou alignement incorrect du tube, de la pièce ou du récepteur d'image

(b) Angulation le long de l'axe long de la pièce

Raccourcissement des délais

permet que la structure anatomique apparait plus grande sur l'image qu'en réalité

- Cause

(a) Angulation incorrecte du tube, de la pièce ou du récepteur d'image

(b) Angulation par rapport à l'axe principal de la pièce

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

Facteurs de contrôle (Distorsion) – Cont.



A, pas de distorsion. B, Raccourcissement des délaïs. C, Allongé

Référence : John Ball , Tony Price, Chesney's Radiographic Imaging , 5ème édition

Qualité de l'image en radiographie numérique

Facteurs d'exposition liés à l'imagerie numérique

kV suffisante
(pour pénétrer
l'anatomie de la zone
d'intérêt)

Plus la kV est élevée,
plus la pénétrabilité
du faisceau augmente

Une kV plus élevée peut
réduire la dose au patient

Les changements de kV peuvent avoir un effet moins direct sur le contraste de l'image numérique finale, car le contraste obtenu dépend également du traitement numérique par rapport à l'imagerie film-écran

Référence : Christi E. Carter, Beth L. Vealé, Radiographie numérique et PACS, 2ème édition

Facteurs liés à la qualité de l'image

- i. La luminosité
- ii. Résolution du contraste
- iii. Résolution spatiale
- iv. Distorsion

Référence : Christi E. Carter, Beth L. Vealé, Radiographie numérique et PACS, 2ème édition,

Facteurs liés à la qualité de l'image – Cont.

i. La luminosité

- Désigne l'intensité de la lumière qui représente les pixels individuels de l'image sur le moniteur

**Dans le domaine de l'imagerie numérique, le terme de luminosité remplace le terme de densité utilisé pour les films*

- La luminosité est contrôlée par le logiciel de traitement
- Les changements de mAs n'ont pas d'effet de contrôle sur la luminosité de l'image numérique
- L'utilisateur peut régler la luminosité de l'image numérique après l'exposition

Facteurs liés à la qualité de l'image – Cont.

ii. Résolution du contraste

- Permet d'établir la différence de luminosité entre les zones claires et sombres d'une image
- de reconnaître la plus petite variation de l'exposition ou du signal
- Permettre la visibilité de petits objets ayant des nuances de gris similaires
- Facteurs de contrôle :
 - La profondeur de bits et le nombre de bits par pixel (plus la profondeur de bits est grande, plus le nombre de niveaux de gris possibles dans une image augmente)
 - La profondeur de bits et le nombre de bits par pixel (plus la profondeur de bits est grande, plus le nombre de niveaux de gris possibles dans une image augmente)

Référence : Christi E. Carter, Beth L. Vealé, Radiographie numérique et PACS, 2ème édition,

Facteurs liés à la qualité de l'image – Cont.

iii. Résolution spatiale

- Netteté des bords constitutifs de l'image
- Le plus petit détail susceptible d'être détecté
- On peut également faire référence à la netteté des détails, à la définition et à la résolution de l'image

**la radiographie générale ont des capacités de résolution spatiale allant d'environ 2,5 lp/mm à 5,0 lp/mm.*

- Contrôlé par : *la taille du pixel, le pas du pixelet la matrice d'affichage*

Référence : Christi E. Carter, Beth L. Vealé, Radiographie numérique et PACS, 2ème édition,

Facteurs liés à la qualité de l'image – Cont.

- *Taille des pixels* - les plus petits pixels offrent une meilleure résolution spatiale
- *Matrice d'affichage* - Les moniteurs dotés d'une matrice d'affichage plus grande peuvent afficher des images ayant une résolution plus élevée.
- Influencée par la DSI, la OID, la taille du point focal et le mouvement (comme pour l'imagerie film-écran)

Référence : Christi E. Carter, Beth L. Vealé, Radiographie numérique et PACS, 2ème édition,

Facteurs liés à la qualité de l'image – Cont.

iv. Distorsion

- Contrôlés par
 - Les DSI et OID (comme pour l'imagerie film-écran)

Référence : Programme de formation en radiologie thoracique pour les techniciens/radiographes TB
par le professeur U Khin Hla

Facteurs techniques liés à une image CXR de bonne qualité

Facteurs techniques liés à une image CXR de bonne qualité

Non	Facteurs techniques	Observations
1	La tension	Unités de mesure kV= kilo Volt
2	Plus la différence en kV est importante, plus la vitesse de transmission des électrons est élevée (pénétration accrue des rayons X)	Cela entraîne des changements au niveau du contraste de l'image
3	100-120 kV est recommandée	
4	Le courant	Unités de mesure mA = milliampère

Référence : Programme de formation en radiologie thoracique pour les techniciens/radiographes TB

Facteurs techniques liés à une image CXR de bonne qualité

Non	Facteurs techniques	Observations
5	Le nombre d'électrons dépend de la quantité de courant appliquée au filament	Cela peut modifier le degré de noirceur de l'image
6	Plus de 100mA sont recommandés	
7	Temps	Unités de mesure s = secondes
8	Plus le temps est court, moins la personne bouge et par conséquent, l'image est plus nette	

Référence : Programme de formation en radiologie thoracique pour les techniciens/radiographes TB

Facteurs techniques liés à une image CXR de bonne qualité

Non	Facteurs techniques	Observations
9	Une durée inférieure à 0,05 seconde est recommandée	
10	Distance entre le film radiographique et le foyer du tube (distance source-récepteur d'image = DSI) et alignement du faisceau de rayons X	
11	Une plus grande distance améliore la netteté de l'image par des moyens géométriques. Le faisceau de rayons X doit être aligné droit avec le film radiographique.	
12	140-200 cm est recommandé pour la DSI	

Référence : Programme de formation en radiologie thoracique pour les techniciens/radiographes TB

Dépannage

Dépannage pour assurer la qualité des images radiologiques

Non	Image trop lumineuse (Causes)	Image trop sombre (Causes)
1	Courant faible (Faible mA)	mAs élevés
2	Haute kV	Temps d'exposition trop long
3	Temps de développement trop court	Temps de développement trop long
4	Faible puissance de la solution de développement	Augmentation de la puissance de la solution de développement
5	Température des solutions de révélateur et de fixateur inférieure à 68° F	Flou de l'image
6		Le patient ne peut pas bien retenir sa respiration
7		Les patients peu coopératifs, tels que les enfants et les personnes âgées, etc.

Référence : Programme de formation en radiologie thoracique pour les techniciens/radiographes TB

MERCI!