

CECR

**CENTRE
D'EXPERTISE
CLINIQUE EN
RADIOPROTECTION**

LES DÉFIS DES TECHNOLOGUES EN TDM

Au service du Réseau

Gilbert Gagnon t.i.m. (E), technologue expert CECR
Karine Bellavance, t.i.m., coordonnatrice technique CECR

CONTENU DE LA PRÉSENTATION

- ❖ État de situation : Doses et Appareillages
- ❖ Optimisation
- ❖ Indices de dose
- ❖ Aspects techniques
- ❖ Pratico-pratique



OBJECTIFS DE LA PRÉSENTATION

- Faire le point sur l'évolution des doses en TDM au Québec
- Comprendre l'importance des technologues dans la réduction de dose au patient
- Maîtriser les éléments techniques influençant la dose
- Comprendre l'importance d'utiliser des protocoles à jour et optimisés



ÉTAT DE SITUATION :

TDM AU QUÉBEC

ÉTAT DE SITUATION

❖ Évolution des doses en TDM au Québec

| PROTOCOLES TDM STANDARDS | PDL moyen (mGy.cm) | | RÉDUCTION PDL |
|-----------------------------|-----------------------|---------|------------------|
| | En 2008 | En 2014 | |
| TÊTE | 1209 | 1013 | 16 % |
| THORAX | 432 | 323 | 25 % |
| ABDO-PELV | 766 | 634 | 17 % |
| THO-ABDO-PELV | 1181 | 872 | 26 % |

ÉTAT DE SITUATION

❖ Perspective pour les examens TDM

RAMQ

Québec : Examens TDM

ICIS

Canada : Examens TDM

En 2012 : 4 400 000

| | | |
|------|---------------|----------|
| 2008 | ... 811 842 | |
| 2009 | ... 886 587 | ↑ 9,2 % |
| 2010 | ... 945 598 | ↑ 16,5 % |
| 2011 | ... 980 299 | ↑ 20,7 % |
| 2012 | ... 1 051 175 | ↑ 29,5 % |
| 2013 | ... 1 180 526 | ↑ 45,4 % |
| 2014 | ... 1 247 652 | ↑ 53,7 % |

OPTIMISATION

- ❖ Principes
- ❖ Spécificités et caractéristiques
- ❖ Indices et rapport de dose
- ❖ Morphologie patient

OPTIMISATION

Optimisation des protocoles

C'est comprendre et maîtriser:

- Les principes de radioprotection et d'imagerie TDM
- Les paramètres de fonctionnement du TDM utilisé

Comment: Concertation et collaboration

Entre technologues, radiologistes et physiciens/ingénieurs

Pour: Déterminer le niveau de qualité requis
pour un bon diagnostic une dose appropriée

OPTIMISATION

Optimisation en TDM...pas si simple !

FACTEURS PHYSIQUES

- Plusieurs sites
- Appareils différents
- Capacité des centres

FACTEURS TECHNOLOGIQUES

- Fabricants différents
- Fonctionnement spécifique
- Version de logiciel

FACTEURS HUMAINS

- Pratiques différentes
- Besoins des spécialistes (radiologistes)
- Équipes de technologues changent souvent

OPTIMISATION

Spécificités et caractéristiques

**Pour la réalisation et l'optimisation des examens,
il faut tenir compte des :**

SPÉCIFICITÉS

- Performances intrinsèques du TDM
 - ↳ Obtenues avec les CQ

CARACTÉRISTIQUES

- Marque
- Modèle
- Nombre de barrettes
- Version du logiciel
- Option(s)

OPTIMISATION

Indices et rapport de dose

Outils très utiles pour l'optimisation des protocoles !

OPTIMISATION

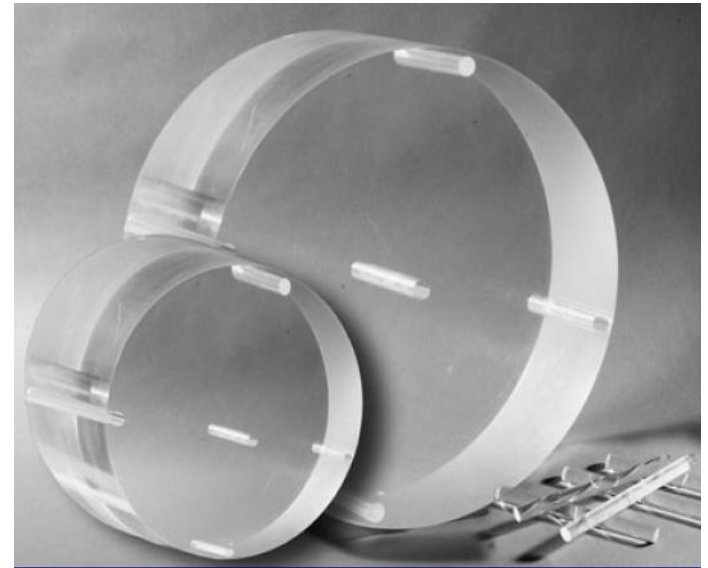
Indices de dose

CTDI_{vol} : Computed Tomography Dose Index

❑ Valeur de dose (mGy) mesurée à partir de fantômes :

- 16 cm de diamètre pour la tête
- 32 cm de diamètre pour le corps

❑ Pour une rotation du tube



OPTIMISATION

Indices de dose

CTDI_{vol}

120 kVp at 200 mAs



32 cm
Phantom

CTDI_{vol} = 20 mGy

120 kVp at 200 mAs



32 cm
Phantom

CTDI_{vol} = 20 mGy

En réalité : Petit patient a reçu plus grande dose

OPTIMISATION

Indices de dose

PDL : Produit Dose Longueur

$$\begin{array}{l} \text{CTDIvol} \\ \text{moyen} \\ \text{(mGy)} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{Longueur} \\ \text{d'acquisition} \\ \text{(cm)} \end{array} = \begin{array}{l} \text{PDL} \\ \\ \text{(mGy.cm)} \end{array}$$

DLP : Dose Length Product

OPTIMISATION

Rapport de dose

- CTDIvol (mGy)
- PDL/DLP (mGy.cm)
- Dose totale pour l'examen (mGy.cm)
- Dimension du fantôme (PMMA, 16 ou 32 cm)

**Informations
minimales**

OPTIMISATION

Rapport de dose

Exemples rapports de dose selon fabricant

GE

Dose Report

| Series | Type | Scan Range (mm) | CTDIvol (mGy) | DLP (mGy-cm) | Phantom cm |
|------------------------|---------|------------------|---------------|--------------|------------|
| 1 | Scout | - | - | - | - |
| 2 | Helical | S51.250-I357.550 | 9.74 | 460.66 | Body 32 |
| Total Exam DLP: | | | 460.66 | | |

Siemens

mAs total 2990 PDL total 403 mGycm

| Scan | kV | mAs / réf. | CTDIvol* (mGy) | PDL (mGycm) | TI (s) | cSL (mm) |
|--------------------------|----|---------------|----------------|-------------|--------|----------|
| Position du patient H-SP | | | | | | |
| Topogramme | 1 | 120 35 mA | 0.13 L | 5 | 4.0 | 0.6 |
| Thorax | 2 | 120 161 / 110 | 12.32 L | 398 | 0.33 | 0.6 |

OPTIMISATION

Rapport de dose

<< Detail Information >> **Toshiba**

1. ABDOMEN C+

| | SD | CTDIvol | DLP |
|---------------|-------|------------|--------------|
| SCANOSCOPE[2] | | | |
| HELICAL_CT | 12.50 | 7.40(Body) | 359.00(Body) |

Philips

Total DLP: 756.3 mGy*cm
Estimated Dose Savings: 0%

Dose

| # | Description | Scan Mode | mAs | kV | CTDIvol [mGy] | DLP [mGy*cm] | Phantom Type[cm] |
|---|-----------------|-----------|-----|-----|---------------|--------------|------------------|
| 1 | Topogram | Surview | 0 | 120 | 0.07 | 3.2 | 16 CE |
| 2 | Abdo-Pelvien C+ | Helical | 192 | 120 | 13.00 | 753.1 | 32 CE |

OPTIMISATION

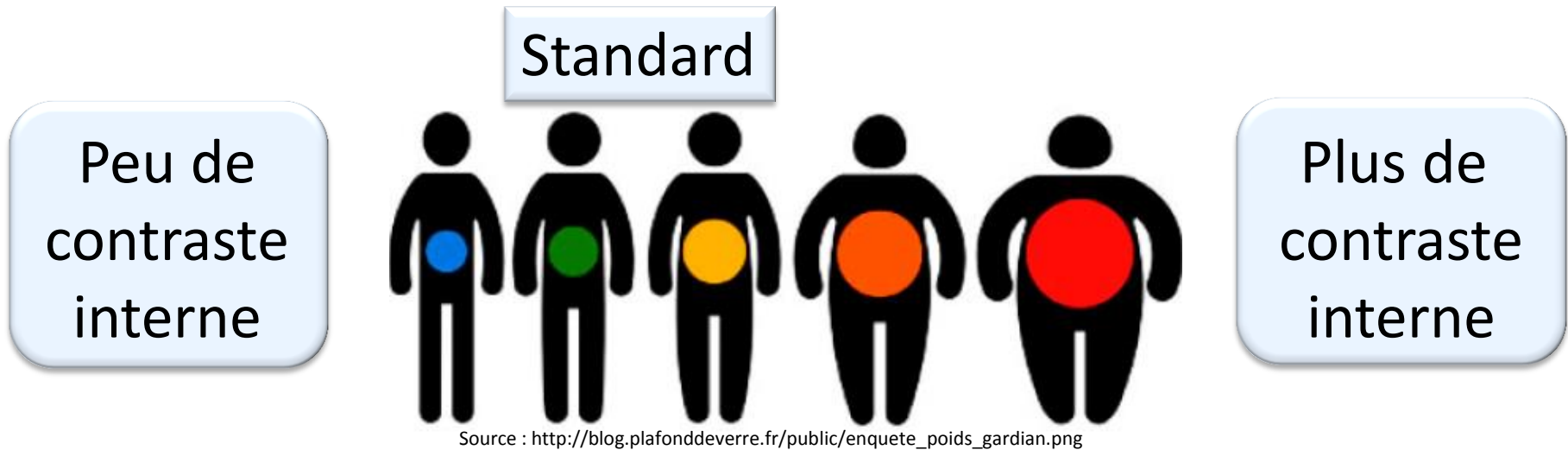
S'adapter à la morphologie du patient

Pour produire des images de qualité à juste dose

OPTIMISATION

Morphologie patient

Format patient / Qualité d'image



Le mA varie selon le format patient, mais pas proportionnellement

OPTIMISATION

Morphologie patient

Patients très minces

Peu de graisse interne
=
Contraste interne plus faible

Mode mA fixe : **Diminuer un peu le mA**

Modulation : **Augmenter la qualité**



SD (Toshiba)

NI (GE)



mAs de référence (Siemens)

mAs/slice (Philips)

OPTIMISATION

Morphologie patient

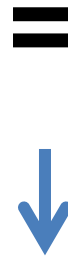
Patients plus gros

Plus de graisse interne
=
Contraste interne augmenté

Mode mA fixe : **Augmenter le mA**

Modulation : **Diminuer la qualité**

↑ SD (Toshiba)
NI (GE)



mAs de référence (Siemens)
mAs/slice (Philips)

Besoin de plus de dose, mais pas de plus de contraste



ASPECTS TECHNIQUES



ASPECTS TECHNIQUES

Images de localisation et centrage

Partir du bon pied!



ASPECTS TECHNIQUES

Image de localisation

Aussi appelée ...


- Surview (Philips)
- Topogramme (Siemens)
- Scanogramme (Toshiba)
- Scout (GE)
- Pilot



ASPECTS TECHNIQUES

Image de localisation

Déterminante pour la qualité des images à venir

Impact direct sur:  Qualité de l'image
Dose au patient (en modulation)

À surveiller:

- Présence d'objets (artéfacts)
- Changement position du patient
- Bismuth si modulation
- Centrage

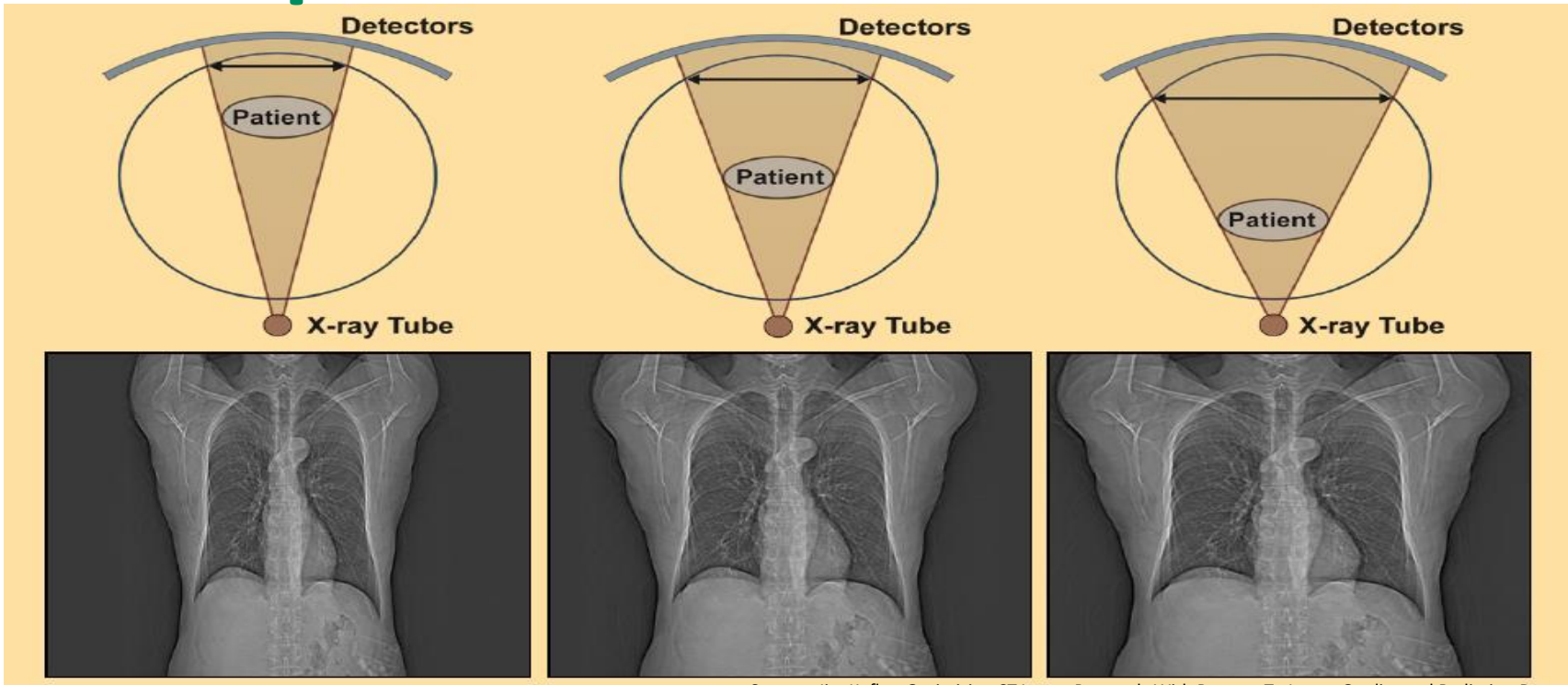
Parfois, préférable
de la **REFAIRE**

ASPECTS TECHNIQUES

Image de localisation

L'impact du centrage

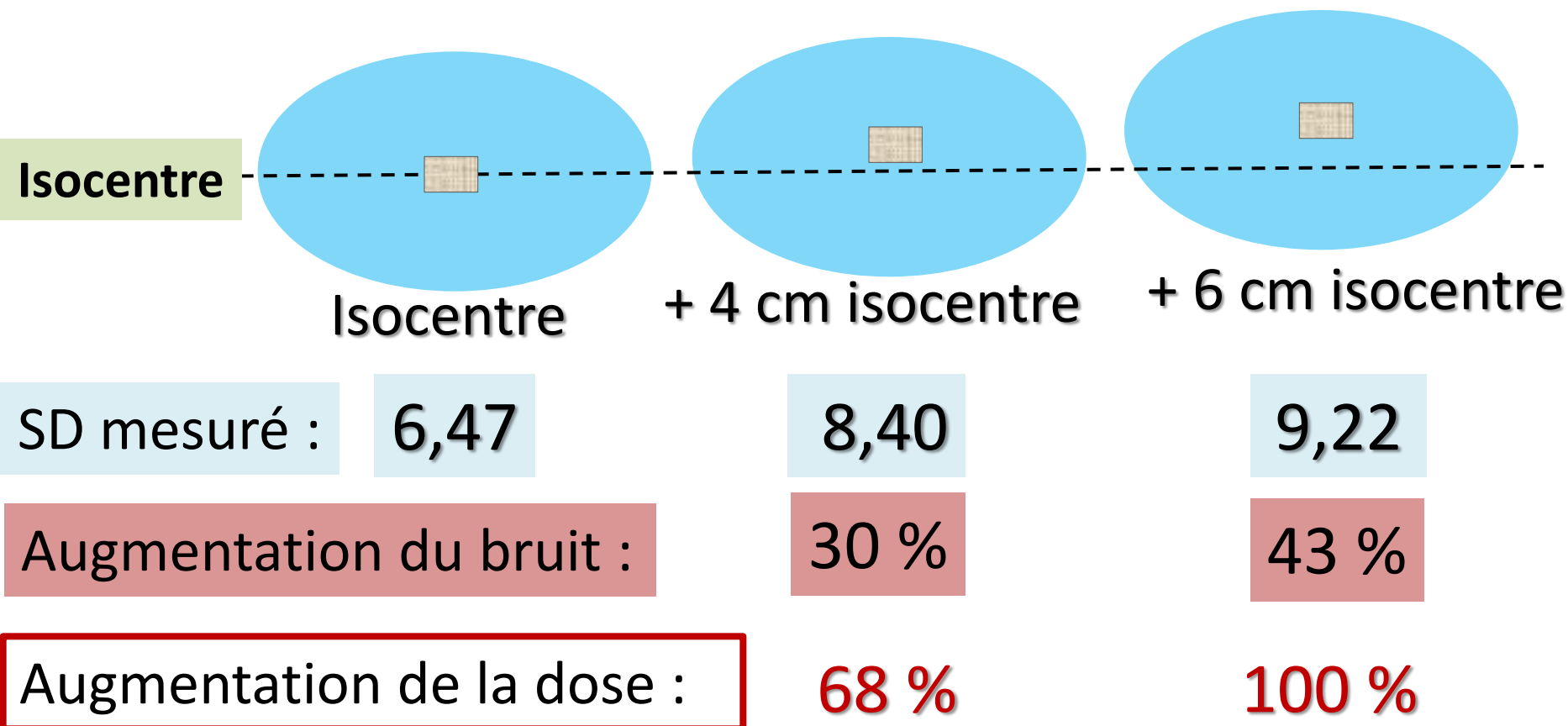
Même patient



Centrage en hauteur différent

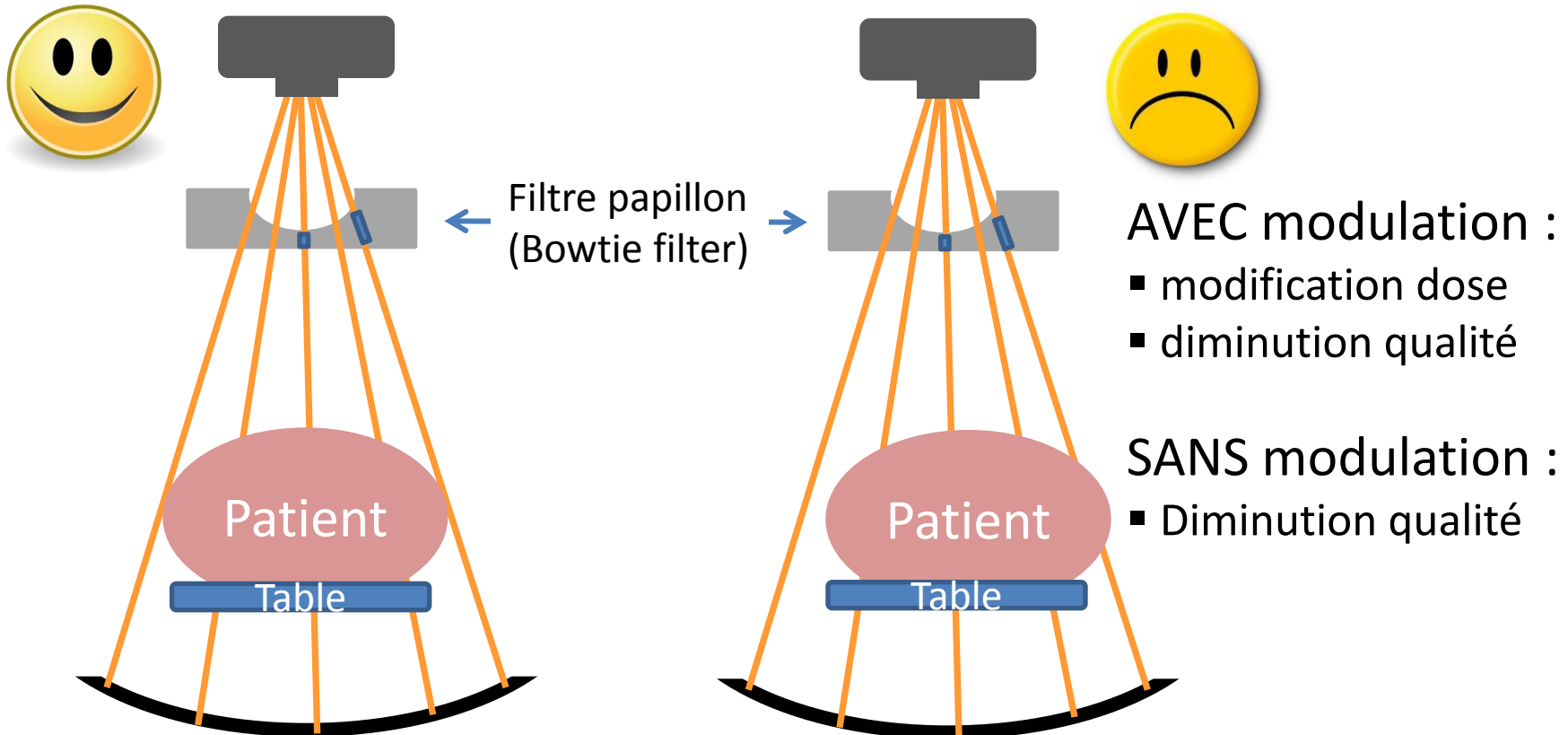
ASPECTS TECHNIQUES

Centrage en hauteur



ASPECTS TECHNIQUES

Centrage en largeur



ASPECTS TECHNIQUES

Champ de vue /Field Of View

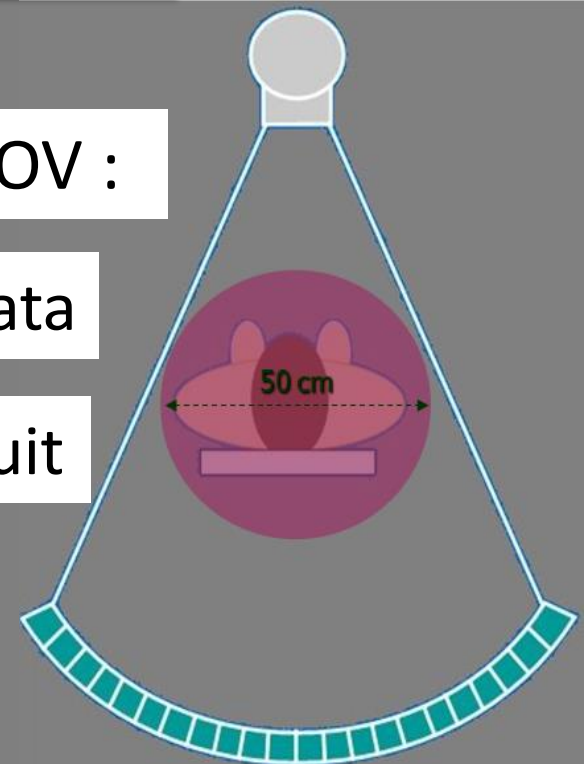
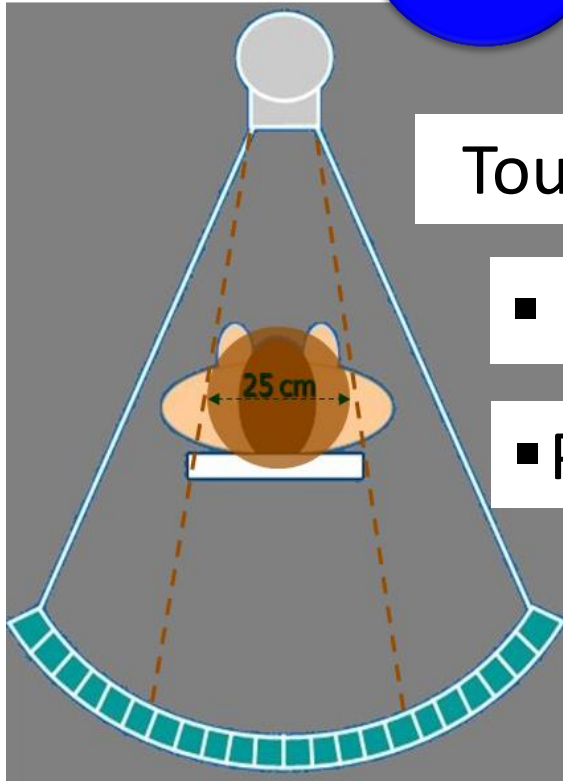
ASPECTS TECHNIQUES

Champ de vue / Field Of View

SFOV Scan Field Of View

Tout à l'intérieur du SFOV :

- Sera dans les Raw data
- Pourra être reconstruit

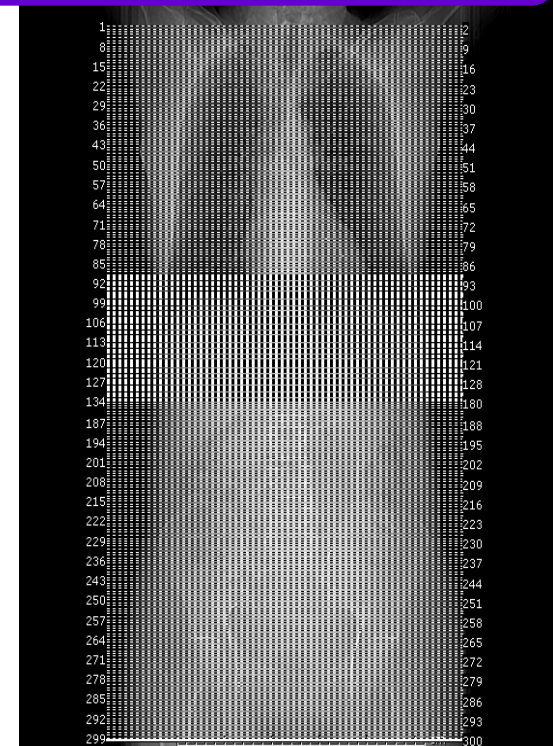


ASPECTS TECHNIQUES

Champ de vue / Field Of View

RFOV Reconstruction Field Of View

- Diamètre de reconstruction déterminé sur l'image de localisation
- Impact sur la résolution de l'image
- $RFOV \leq SFOV$

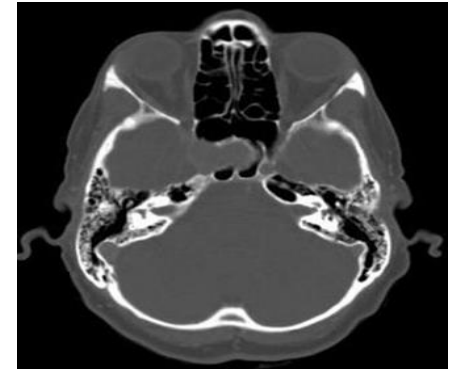


ASPECTS TECHNIQUES

Champ de vue / Field Of View

DFOV Display Field of View

- Diamètre d'affichage de la coupe (image) reconstruite à l'écran
- Impact sur la résolution de l'image
- $DFOV \leq SFOV$



DFOV = 231 mm



DFOV = 366 mm

ASPECTS TECHNIQUES

Acquisitions

Justification

Optimisation

Limitation



ASPECTS TECHNIQUES

Acquisitions

**Chaque acquisition
(phase)**

- doit être justifiée
- contribue à augmenter la dose

Exemple :
PDL total
=
1591,29 mGy.cm

| Dose # | Description | Mode | CTDI [mGy] | DLP [mGy*cm] |
|--------|-------------|---------|------------|--------------|
| 1 | | Surview | 0.0 | 0.00 |
| 2 | | Helical | 11.7 | 359.19 |
| 3 | C- | Incr=0 | 2.5 | 2.50 |
| 4 | locator | Incr=0 | 15.0 | 15.00 |
| 5 | tracker | Helical | 11.5 | 352.72 |
| 6 | ARTERIEL | Helical | 10.8 | 506.71 |
| 7 | VEINEUX | Helical | 11.6 | 355.17 |
| 8 | TARDIF | | | |

ASPECTS TECHNIQUES

Couverture de l'acquisition

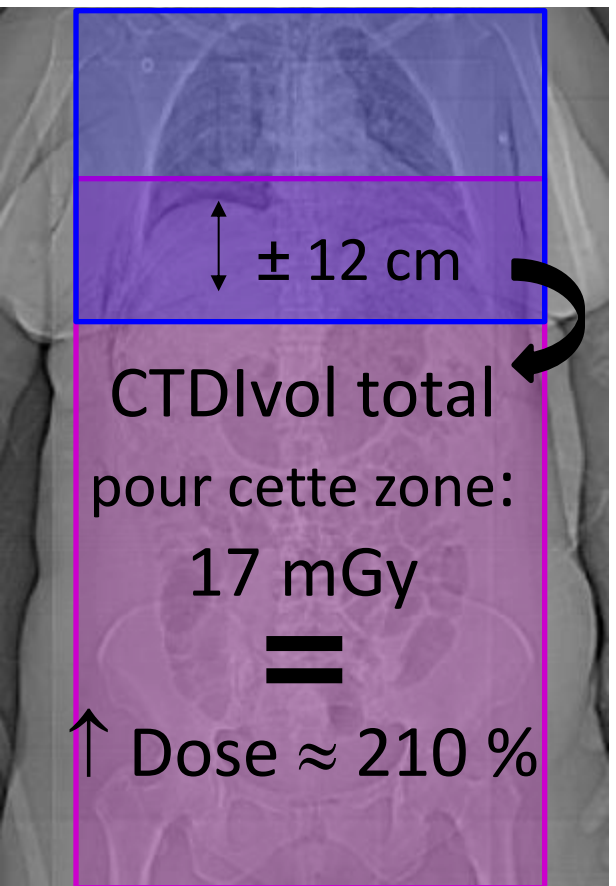
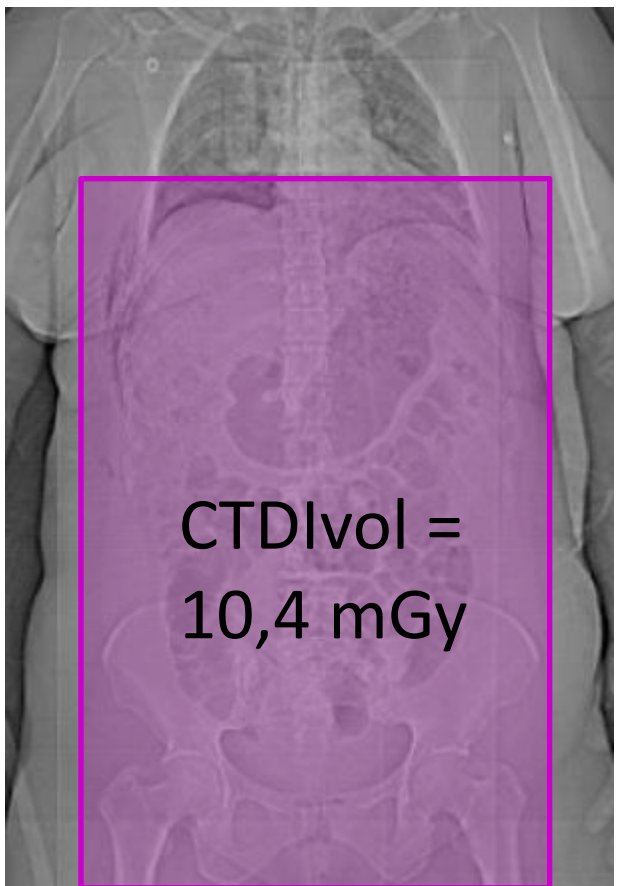
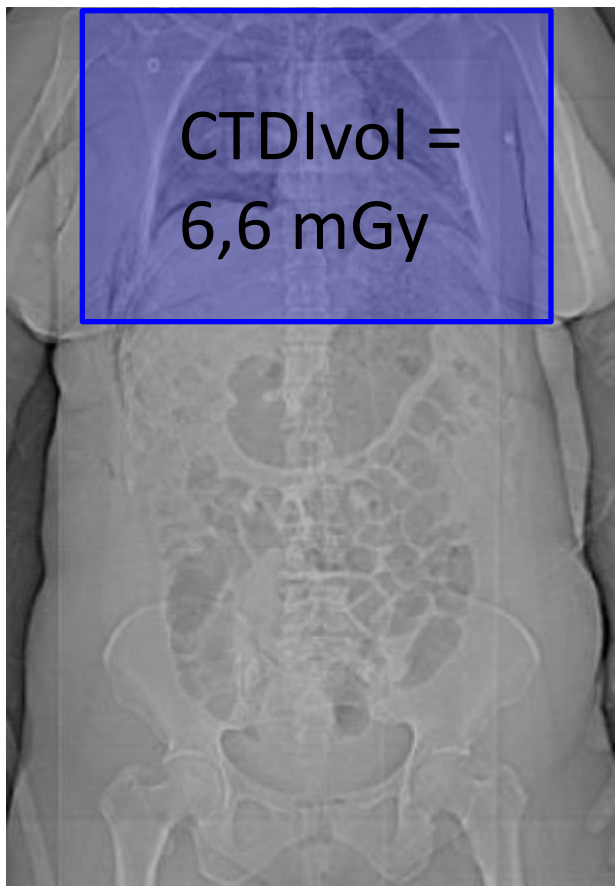
☐ Longueurs d'exploration prévues

- Selon les protocoles déterminés par l'équipe de spécialistes
- Chaque centimètre non justifié contribue à augmenter la DLP

 **1 cm = augmentation de 3 à 5 % de la dose**

ASPECTS TECHNIQUES

Limiter le chevauchement

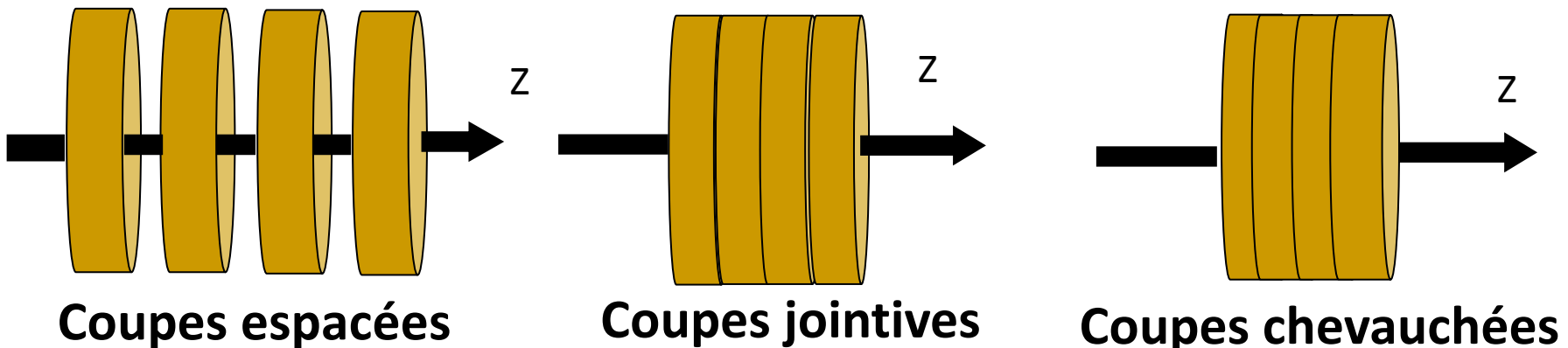


ASPECTS TECHNIQUES

Acquisitions – Modes d'acquisition

Séquentiel

- ❖ Coupes espacées, jointives ou chevauchées
- ❖ TDM tête, biopsie sous TDM
- ❖ Coupe de référence

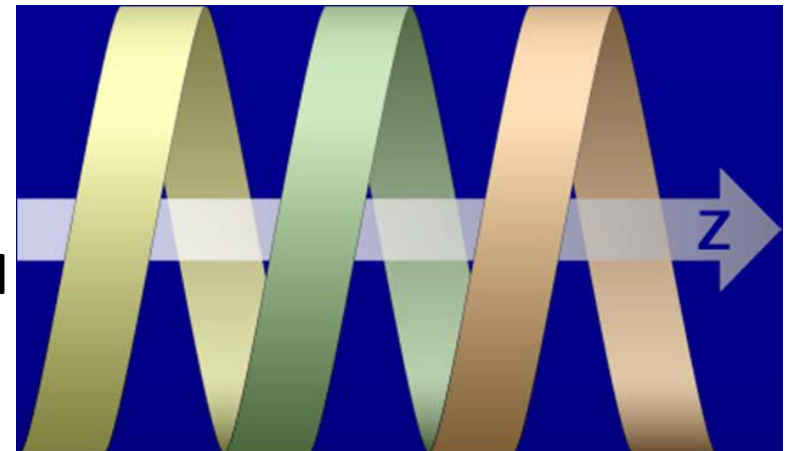


ASPECTS TECHNIQUES

Acquisitions – Modes d'acquisition

Hélicoïdal

- Raw Data, pour les reconstructions (axiale, coronale, sagittale)
- Acquisition rapide
Risques de mouvements du patient sont diminués

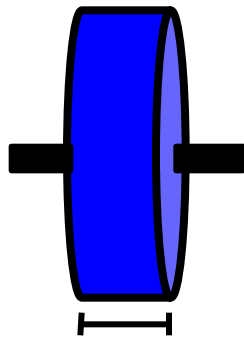


ASPECTS TECHNIQUES

Acquisitions – Modes d'acquisition

Volumique

- Pour une seule rotation du tube, une couverture plus large est possible

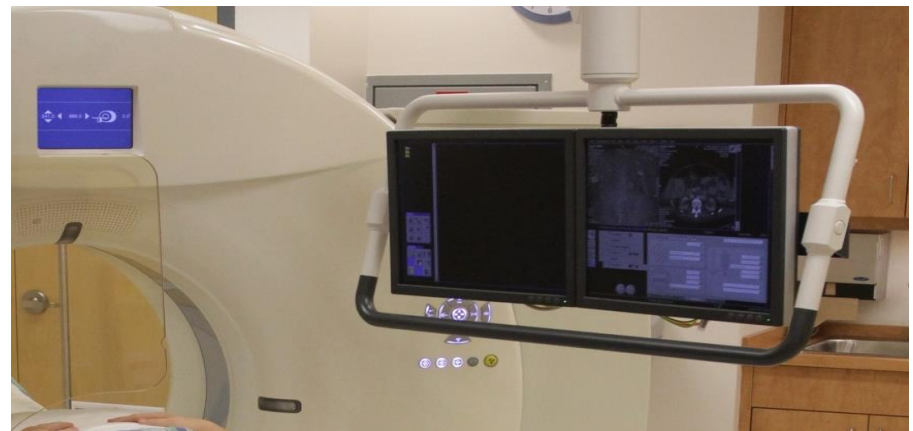


Exemple :

320 X 0,5 mm = 16 cm

Ciné – CT (Fluoroscanner)

- Image dynamique
- Pour visualisation injection (phase artérielle)
- Pour interventionnel



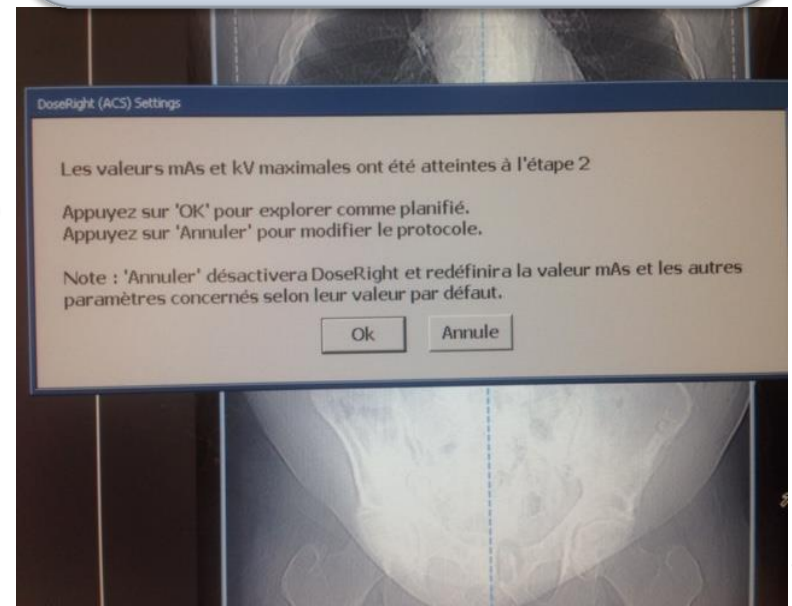
ASPECTS TECHNIQUES

Acquisitions – Messages d'erreur

- Sont des avertissements →
- Lire et noter au besoin
- Peuvent avoir une influence sur l'examen

Exemples :

- Bris appareillage
- Changement paramètre
- Limite appareil ...



ASPECTS TECHNIQUES

Paramètres de l'acquisition

ASPECTS TECHNIQUES

❖ mA et modulation de mA

mA Courant du tube

mAs Produit courant et temps

ASPECTS TECHNIQUES

mA et modulation de mA

mA En lien direct avec le bruit

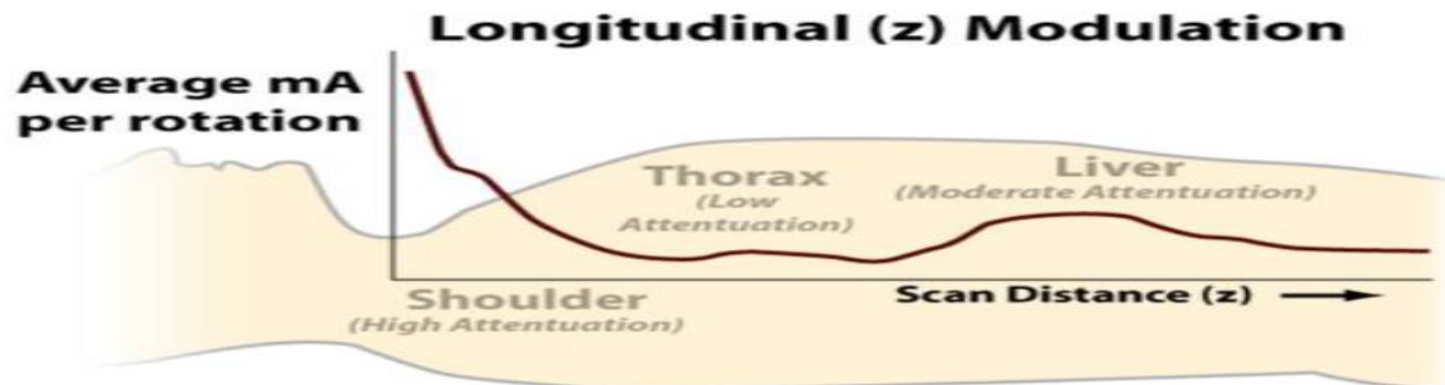
Charge en mAs Exprime la quantité de rayons X émise

Relation linéaire Entre la dose transmise au patient et le mAs

ASPECTS TECHNIQUES

Modulation de mA

- Maintient le niveau de bruit prédéterminé, pour toute l'acquisition



Source : AAPM Computed Tomography Radiation Dose Education Slides, 2013 .

- Maintient une image de qualité avec réduction de dose appréciable

ASPECTS TECHNIQUES

Modulation de mA

GE

AutomA / SmartmA

NI : Noise Index
mA min et mA max

Toshiba

SURE Exposure3D

SD : Standard deviation
mA min et mA max

Siemens

CARE DOSE 4D

mAs de référence

Philips

DoseRight ACS

mAs/slice - ACS

ASPECTS TECHNIQUES

❖ Tension (kVp)

kVp

Pénétration du faisceau
Impact sur l'image

Valeurs limitées selon le fabricant

80, 90, 100, 120, 135, 140 kVp

À privilégier
pour adulte

Patients très gros
si nécessaire

ASPECTS TECHNIQUES

Tension (kVp)

□ Augmentation du kVp

- Impact exponentiel sur la dose transmise au patient (rapport des kVp utilisés)^{2,5}

Exemple : de 120 à 140 kVp

$$(140/120)^{2,5} = 1,47 =$$

Augmentation de dose de 47 %

ASPECTS TECHNIQUES

Tension (kVp)

Artéfact de durcissement de faisceau

- Lorsque le kVp n'est pas suffisant pour traverser la matière.
- Seulement les photons de haute énergie traverseront la matière et donneront des artéfacts de lignes noires.



ASPECTS TECHNIQUES

❖ Pitch (d'acquisition) :

- Hélicoïdal seulement
- Influence temps d'acquisition
- Lié à la résolution spatiale dans l'axe Z

$$\text{Pitch} = \frac{\text{Distance parcourue par la table en une rotation}}{\text{Collimation dans l'axe Z}}$$

Exemple :

Si on augmente le pitch

examen + rapide

↓ Artéfacts mouvement
(Meilleure résolution temporelle)

MAIS
la résolution spatiale
dans axe Z se **dégrade**

ASPECTS TECHNIQUES

Pitch (d'acquisition)

SANS modulation du courant

En général: $CTDI_{vol}$ indépendant du pitch

- ➔ Le TDM change automatiquement le mA pour compenser cette modification

Exception :

TDM Toshiba et GE

Selon la version du logiciel, il se peut que le TDM n'ajuste pas automatiquement le mA. À ce moment, le $CTDI_{vol}$ est inversement proportionnel au pitch.

ASPECTS TECHNIQUES

Pitch (d'acquisition)

AVEC modulation du courant

Siemens, GE, Toshiba, Philips

- $CTDI_{vol}$ indépendant du pitch
- Pitch influence la durée d'acquisition
- Autres paramètres s'adaptent automatiquement pour garder la qualité d'image et le $CTDI_{vol}$ semblables

ASPECTS TECHNIQUES

❖ Collimation

- Détermine le champ d'irradiation

Exprimé par :

Nombre de coupes d'acquisition

Épaisseur de la coupe nominale

X

Exemple : **64** X **0,5** = **32**

ASPECTS TECHNIQUES

❖ Reconstruction itérative



Diminuer le bruit sur l'image

afin de

permettre une diminution de la dose (mA)

ASPECTS TECHNIQUES

Reconstruction itérative

- Les logiciels itératifs modifient la texture
 ➔ Image plus lisse ➔ Moins de bruit
- La dose (mA) peut être diminuée davantage
selon le niveau de la reconstruction itérative

**RÉDUCTION DES
PARAMÈTRES TECHNIQUES
(10-70 %)**

Acquisition

**RECONSTRUCTION
ITÉRATIVE**

Traitement

**IMAGE DE
QUALITÉ**

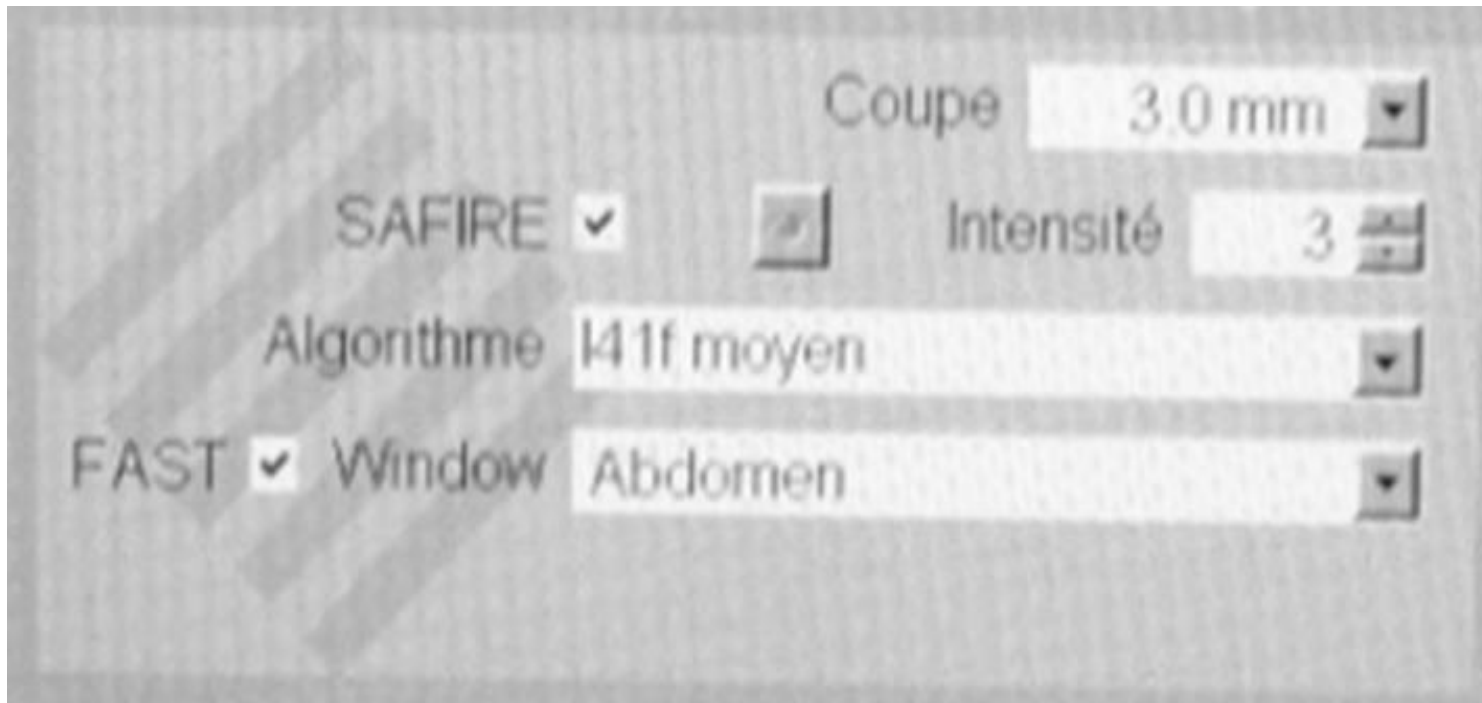
Résultat

ASPECTS TECHNIQUES

Reconstruction itérative

Siemens

IRIS – SAFIRE – ADMIRE



ASPECTS TECHNIQUES

Reconstruction itérative

Toshiba

AIDR 3D



ASPECTS TECHNIQUES

Reconstruction itérative

GE

ASIR

Veo (MBIR)

The screenshot displays the control interface for a GE scanner, divided into two main sections: mA Control and ASIR Setup.

mA Control Section:

- Auto mA:** A green button on the left.
- Reference Noise Index:** A numeric input field showing 24,00, with a Reset button to its right.
- Dose Steps:** A numeric input field showing +0.00, with a vertical double-headed arrow to its left.
- Noise Index:** A numeric input field showing 28,00.
- % Dose Reduction:** A central label above a numeric input field showing 30.
- mARange:** A label above a numeric input field showing 80.
- Min:** A label above a numeric input field showing 80.
- Max:** A label above a numeric input field showing 700.
- Smart mA:** A green button on the right.

ASIR Setup Section:

- None:** A grey button.
- Slice:** A yellow button.
- Volume:** A grey button.
- Vevo IR Setup:** A label above a list of ASIR levels: 8810 slice 10%, 8820 slice 20%, 8830 slice 30% (highlighted in blue), 8840 slice 40%, and 8850 slice 50% (highlighted in black).
- Vevo IR Setup:** A label below the list showing "Compatible".

ASPECTS TECHNIQUES

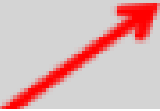
Reconstruction itérative

Philips

iDOSE⁴ – IMR


Reconstruction

Recon Mode: Level:



Reconstruction


Recon Mode: Level:



ASPECTS TECHNIQUES

❖ Caches au bismuth

UTILISATION ET POSITIONNEMENT

Aussi disponible sur la page Internet du CECR :
 Recommandation sur le positionnement et
l'utilisation des caches au bismuth

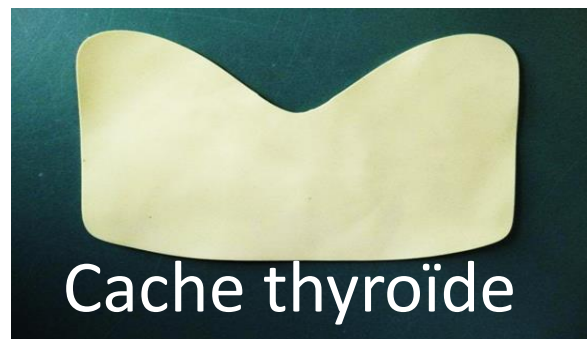


ASPECTS TECHNIQUES

Caches au bismuth

Utilisation & Positionnement

- Dans le faisceau d'irradiation primaire
- Protègent un organe radiosensible des rayons de faible énergie
- Positionnés adéquatement, ils ne créent pas d'artéfacts



ASPECTS TECHNIQUES

Caches au bismuth

Utilisation

- Patients 0-55 ans minimum
 - **mA fixe : Avant** l'image de localisation
 - **mA modulé : Après** l'image de localisation
 - Ne pas utiliser avec XCARE*, Siemens / ODM*, GE
- * Logiciel de réduction de dose aux organes radiosensibles*



ASPECTS TECHNIQUES

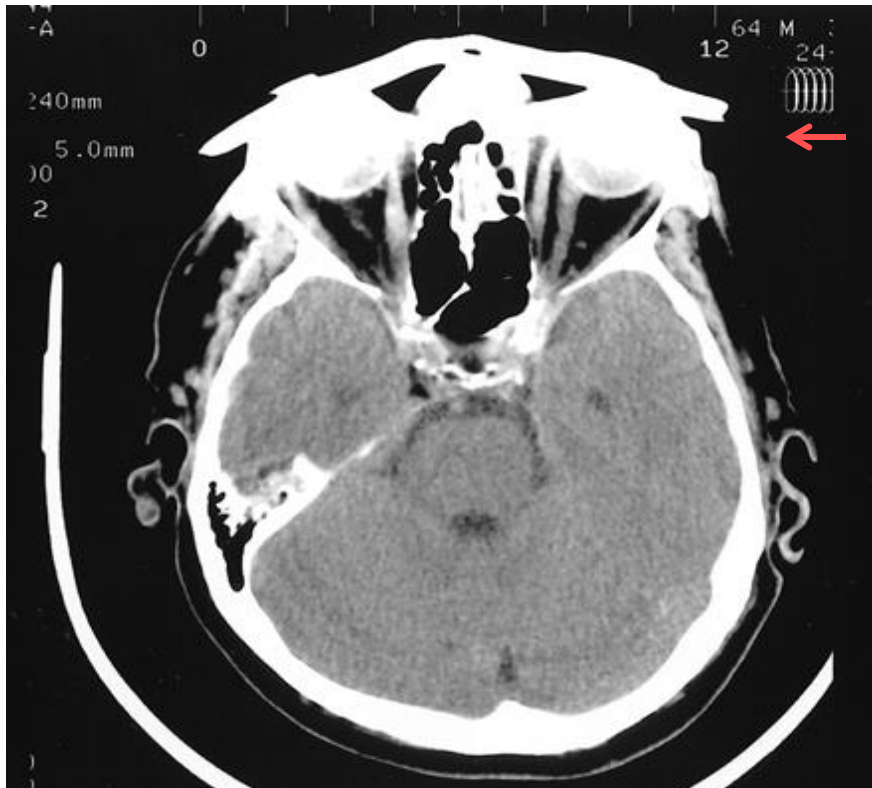
Caches au bismuth

Positionnement

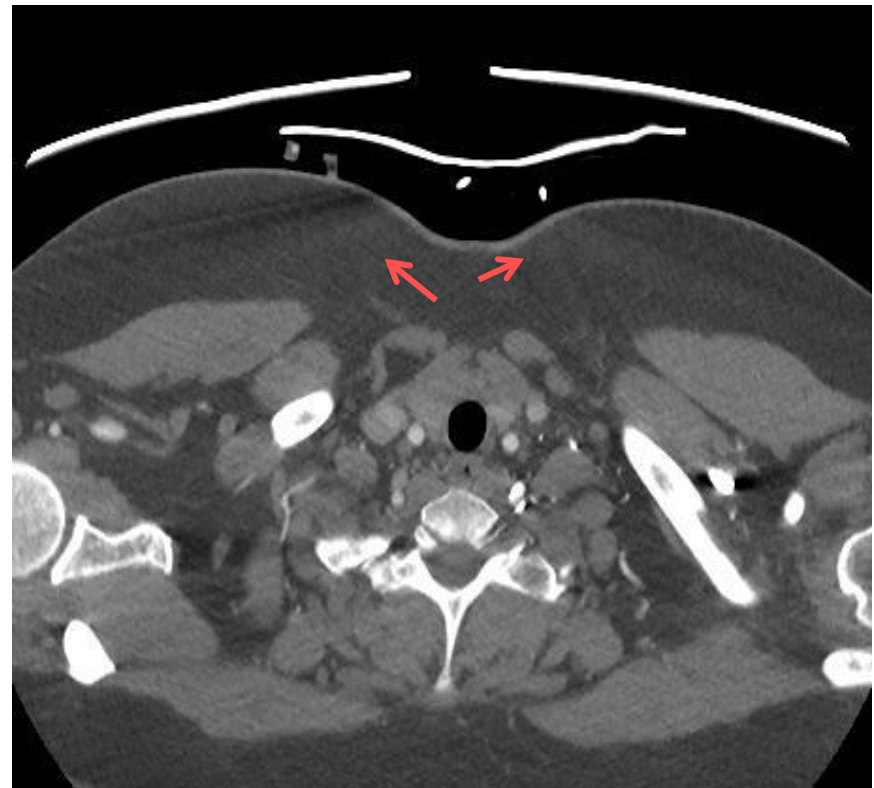
- Toujours utiliser un espaceur
- Éviter la superposition entre 2 caches
- Éviter le contact avec le frontal pour le cache yeux
- Éviter tout affaissement latéral pour le cache seins

ASPECTS TECHNIQUES

Caches au bismuth



Pas d'espaceur



Superposition des caches

OPTIMISATION

EXEMPLES DE PROTOCOLES OPTIMISÉS

PRATICO-PRATIQUE

**DES ÉLÉMENTS SIMPLES QUI FONT
TOUTE UNE DIFFÉRENCE!**

Pratico-Pratique

Exemples de protocoles optimisés

TDM de la Tête : **Utilisation du support de tête**

- Limite les mouvements du patient
- Optimise le positionnement
 - ➔ Symétrie et angulation de la tête
- Atténue moins les RX que la table
- Élimine les artéfacts produits par la table

Pratico-Pratique

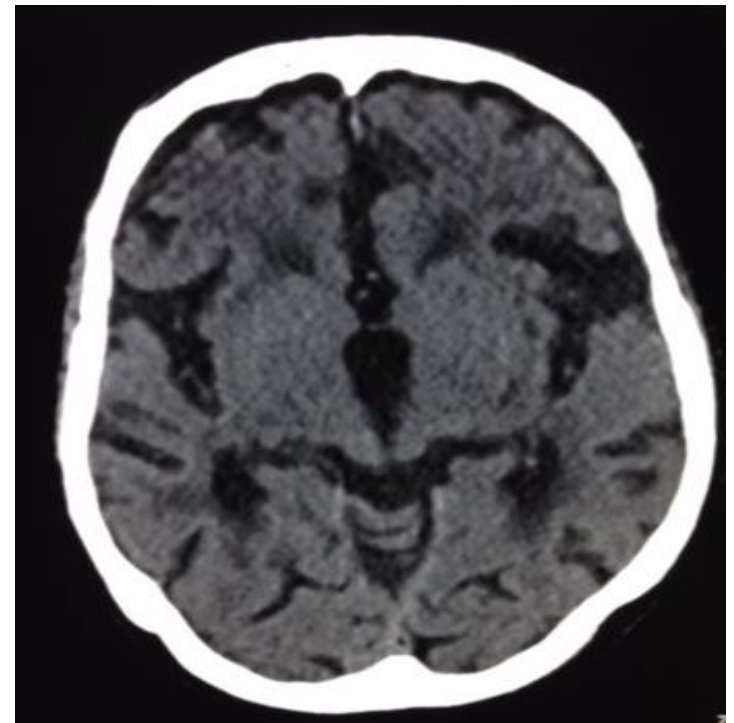
Exemples de protocoles optimisés

TDM de la Tête :

Utilisation du support de tête



Artéfact de la table



Pratico-Pratique

Exemples de protocoles optimisés

Utilisation des systèmes de réduction de dose aux organes radiosensibles

Avantages

- Réduction de dose appréciable
- Ne changent pas les valeurs des nombres CT
- Ne causent pas d'artéfacts

XCARE (SIEMENS) et ODM (GE)

Pratico-Pratique

Exemples de protocoles optimisés

Système de réduction de dose aux organes radiosensibles

Attention

Seins volumineux tombant
sur les côtés et débordant de
l'arc de 120° en antérieur

**Risque de doser
davantage**



Pratico-Pratique

Exemples de protocoles optimisés

TDM en interventionnel (Biopsie – Drainage)

- Pour les coupes en séquentiel pour la localisation de l'aiguille
- Une dose plus faible est souvent suffisante

Pratico-Pratique

Exemples de protocoles optimisés

TDM incluant la région pelvienne - Faire uriner le patient avant l'examen

 Nécessite l'autorisation du radiologiste 

Pratico-Pratique

Exemples de protocoles optimisés

TDM incluant la région pelvienne - Faire uriner le patient avant l'examen

Pour réduire :

- Le rayonnement diffusé aux organes avoisinants
- L'épaisseur patient afin de réduire le mA en modulation dans cette région
- La dose aux organes qui sont plus antérieurs, donc plus près du faisceau primaire, si la vessie est remplie



Conclusion

**L'optimisation des doses ...
Un défi de tous les jours ...**




**Où les technologues peuvent
faire toute la différence!**



Questions


Questions

Pour nous rejoindre

 Par téléphone : 819 348-3842 ou 1 877 839-1217

 Par télécopieur : 819 822-6700

 Par courriel : cecr.chus@ssss.gouv.qc.ca

 Par courrier :
CECR
500, rue Murray, case postale 1
Sherbrooke (Québec) J1G 2K6

Page Internet : www.chus.qc.ca/cecr