

Université Technologique de Compiègne

Master Technologie et territoire de santé

Les bases du scanner et contraintes d'installation

6 octobre 2015

François MASSON

Spécialiste d'applications scanographie / Siemens Healthcare

Plan de la présentation

- Rappels sur le scanner
- Détecteurs multicoupes
- Principe de reconstruction en mode séquentiel
- Reconstruction en mode spiralé monocoupe
- Reconstruction en mode spiralé multicoupes
- La qualité image
- Choix et contraintes
- Manipulations d'images

Rappels sur le scanner

■ Origine

- ▶ Godfrey Hounsfield et A Cormack
- ▶ Premières images en 1971
- ▶ Prix Nobel de médecine en 1979
- ▶ Scanner, scanographie, Tomodensitomètre (TDM)
- ▶ *CT (Computed Tomography, Computerized Tomography)*



Godfrey Hounsfield

Rappels sur le scanner

■ Pourquoi?

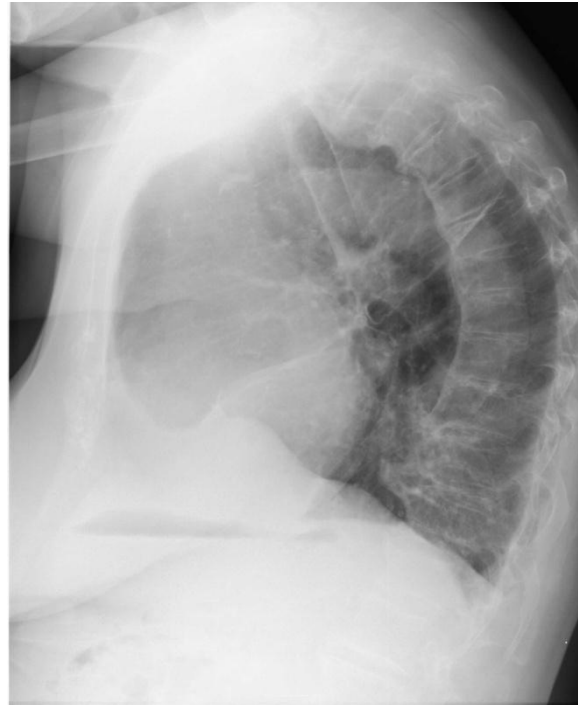
- ▶ Différenciation des tissus mous (90% examens scan aujourd'hui).
 - La différence de contraste en scanner x10 / radiologie
 - Tomographie → localisation précise



Rappels sur le scanner

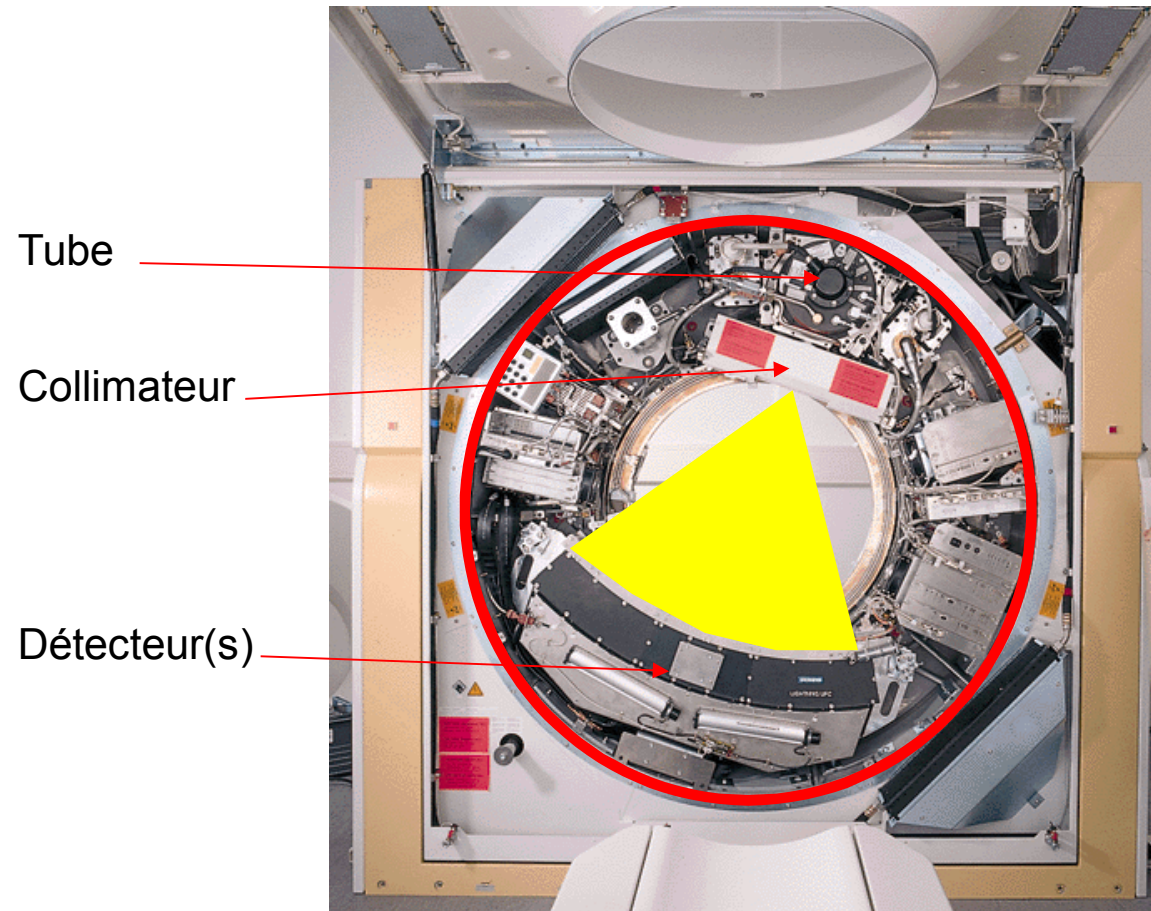
■ Pourquoi?

- ▶ Différenciation des tissus mous (90% ex)
 - La différence de contraste en scanner
 - Tomographie → localisation précise



Rappels sur le scanner

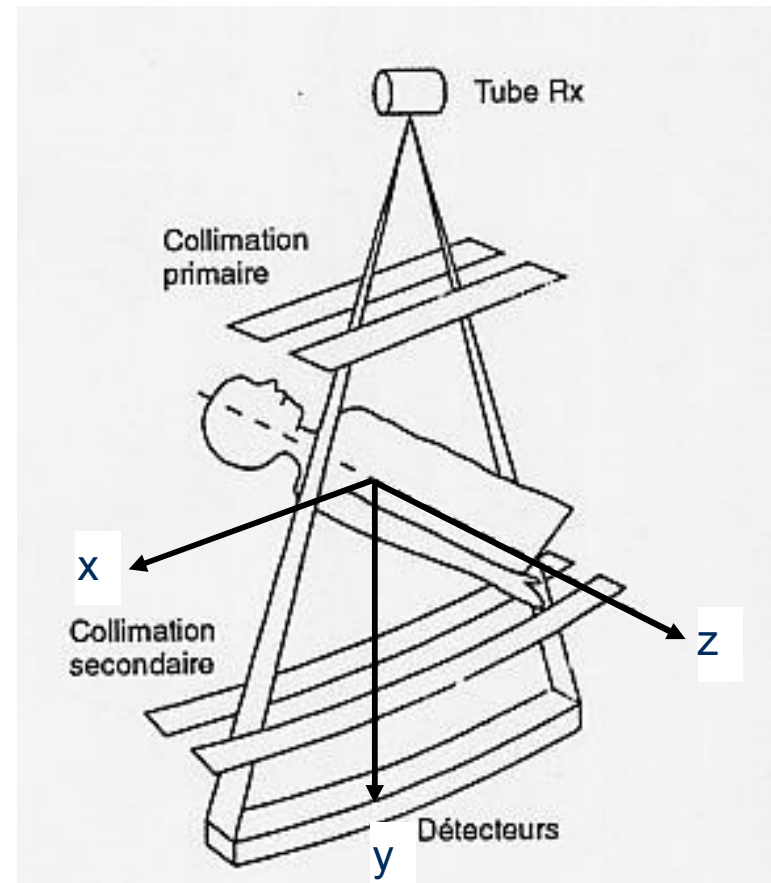
■ Tube et système d'acquisition



Rappels sur le scanner

■ Repères

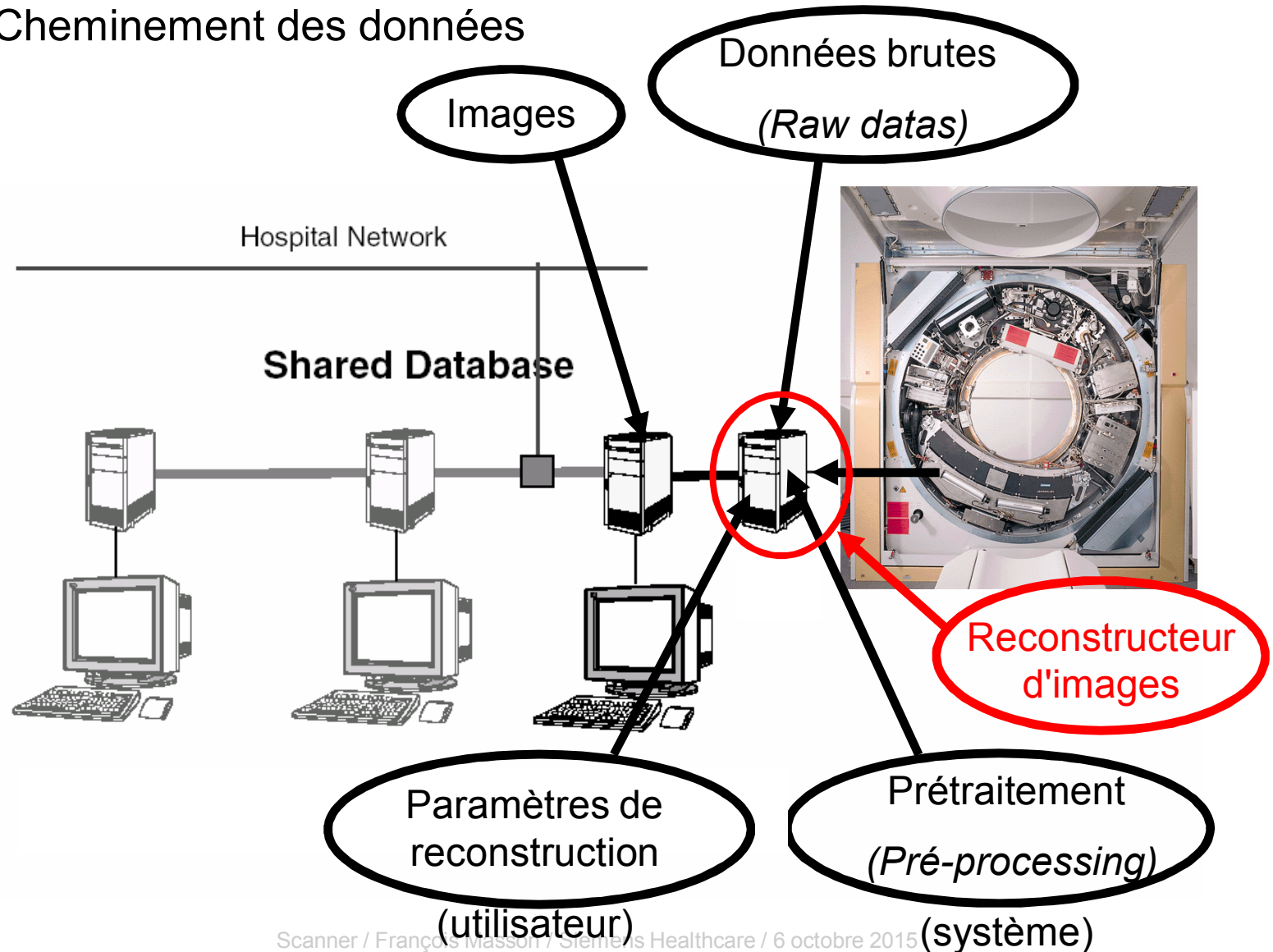
- ▶ x,y: plan axial
- ▶ y,z : plan sagittal
- ▶ x,z: plan coronal



- ▶ Remarque: En scanner de nombreuses valeurs sont déterminées à l'isocentre (épaisseur de coupe, résolution temporelle, etc...)

Rappels sur le scanner

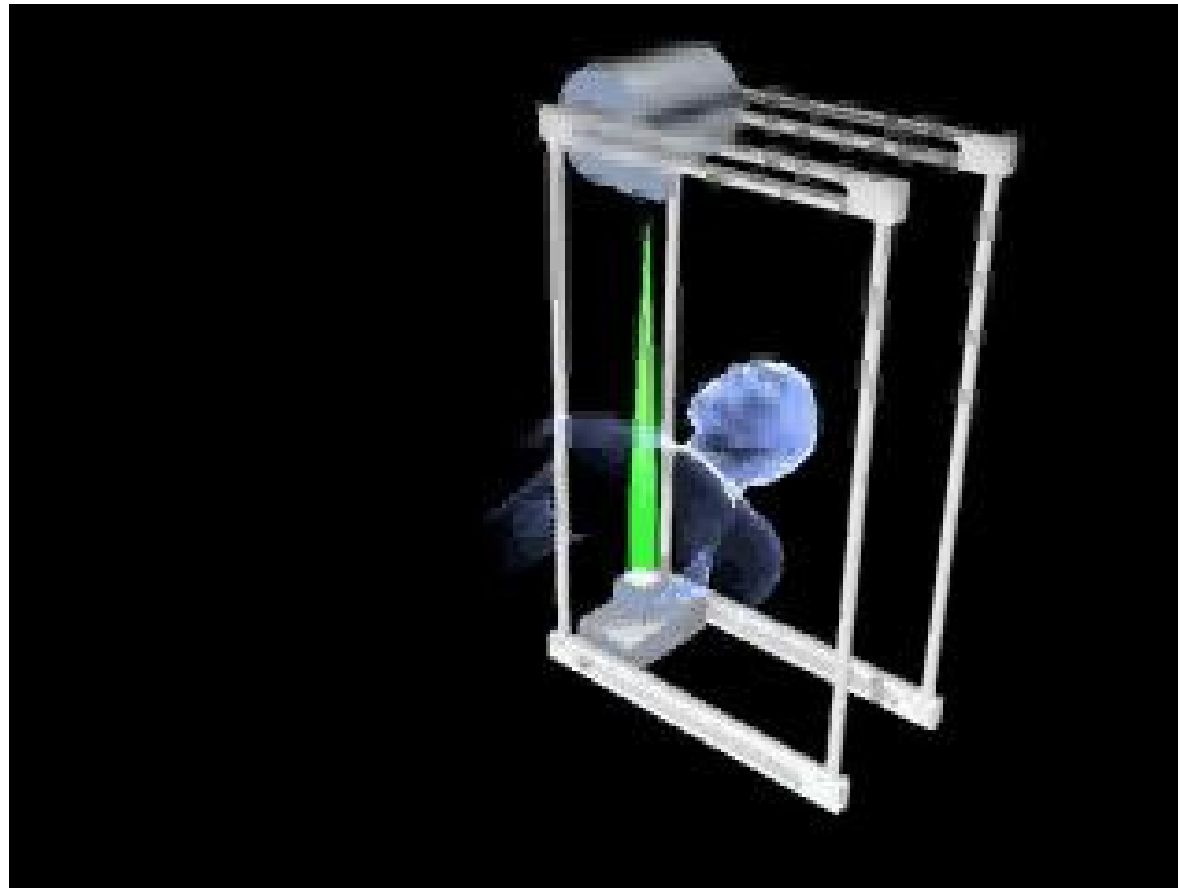
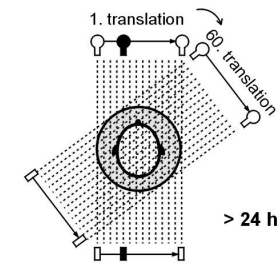
■ Cheminement des données



Rappels sur le scanner

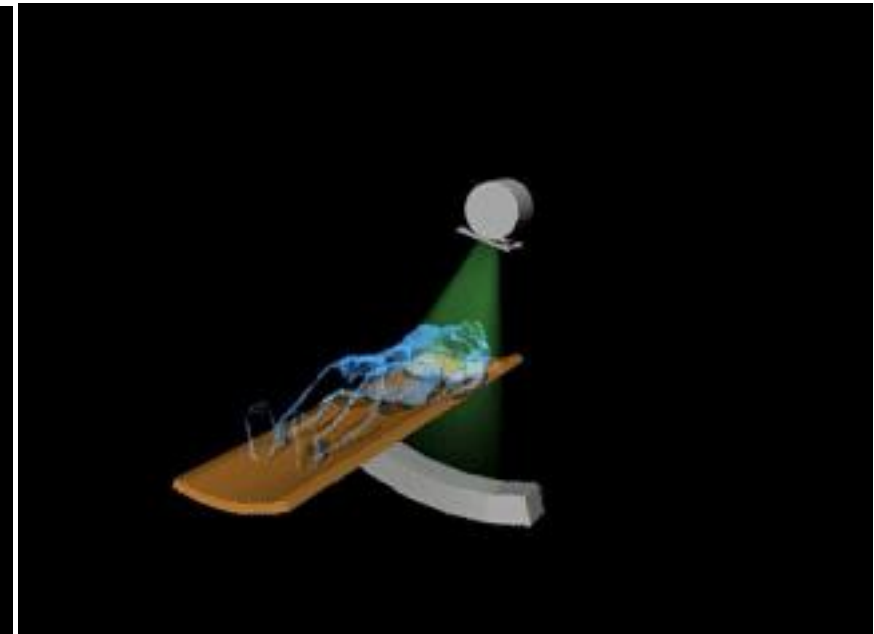
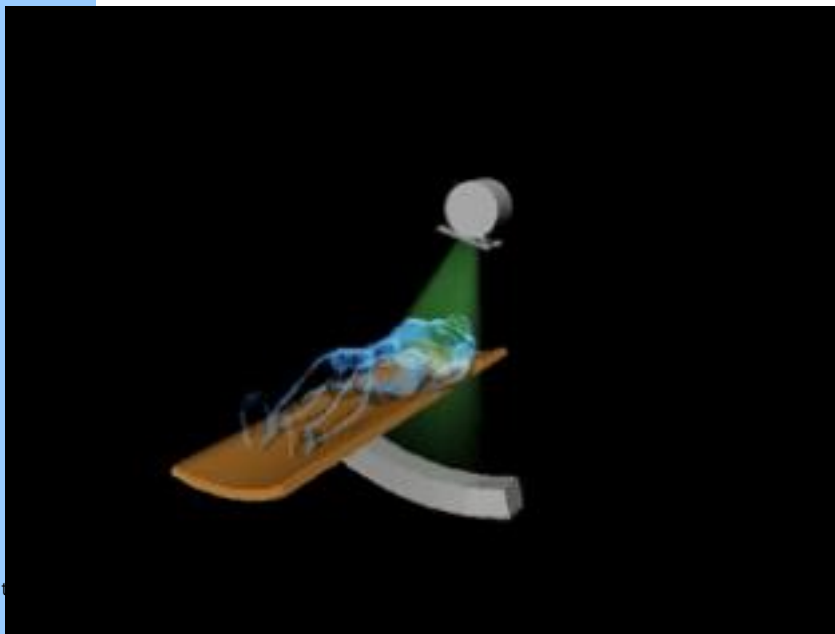
- Les générations "officielles"
- 1-translation rotation mono-détecteur

pencil beam (1970)



Rappels sur le scanner

- Les générations "officielles"
- La 3^{ème} génération est celle des scanners actuels
 - ▶ 1976: rotation alternée (5" → 1,5" / tour)
 - ▶ 1989: rotation continue (0,75" / tour)
→ acquisition hélicoïdale/spiralée



Rappels sur le scanner

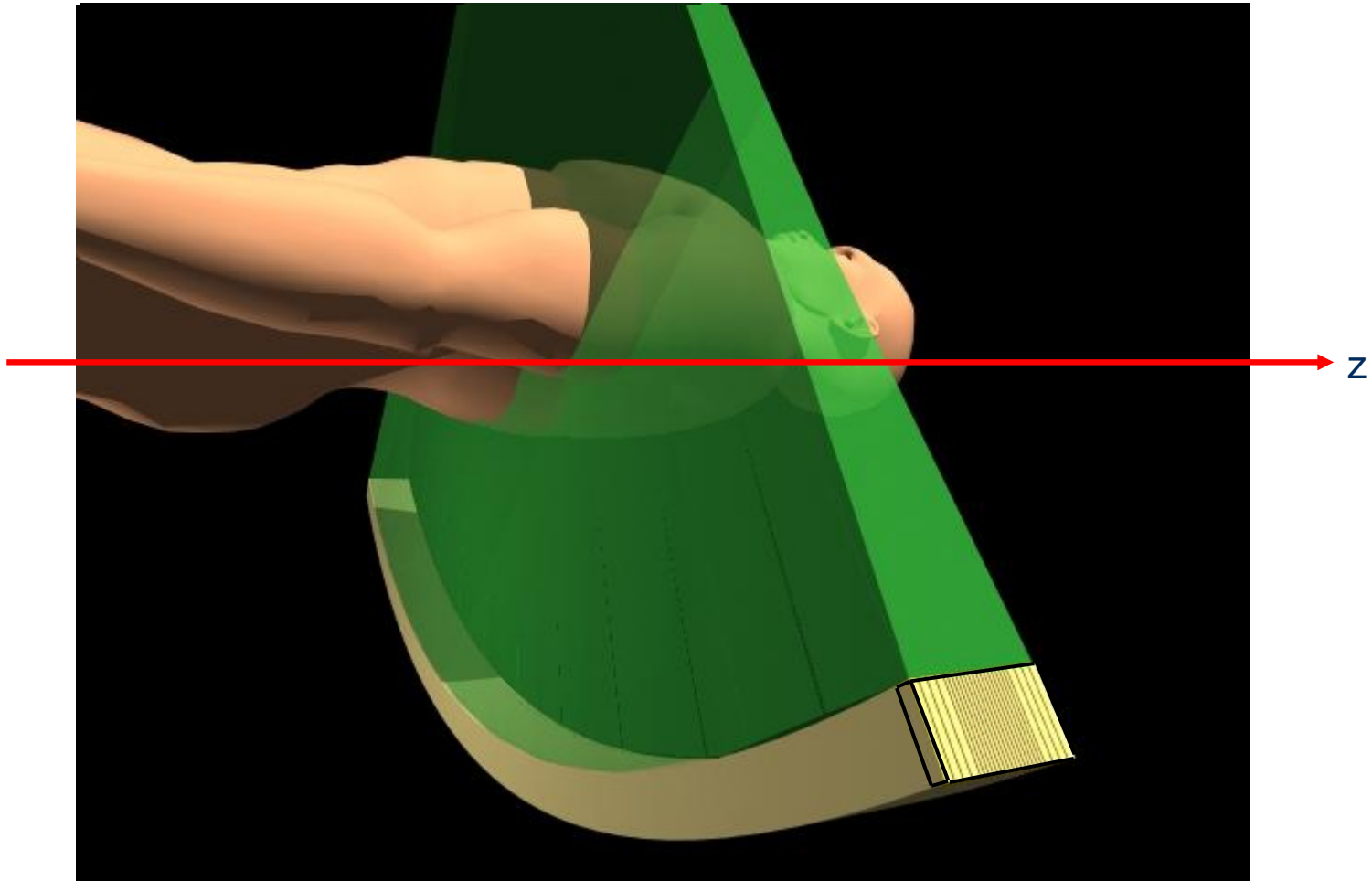
- Les générations "officielles"
- La 3^{ème} génération est celle des scanners actuels
 - ▶ 1976 rotation alternée (5" → 1,5" / tour)
 - ▶ 1989 rotation continue (0,75" / tour)
→ acquisition hélicoïdale/spiralée
 - ▶ 2000 rotation continue multi-coupes / multi-barrettes (0,5" / tour)
 - ▶ 2006 rotation continue multi-coupes (0,33" / tour) bi-tubes
 - ▶ 2015 de 16 à 320 coupes, jusqu'à 0,25s/tour, mono/bi-tubes.

Plan de la présentation

- Rappels sur le scanner
- **Détecteurs multicoupes**
- Principe de reconstruction en mode séquentiel
- Reconstruction en mode spiralé monocoupe
- Reconstruction en mode spiralé multicoupes
- La qualité image
- Choix et contraintes
- Manipulations d'images

Détecteurs multicoupes

- Scanner multibarrettes / multicoupes *multislice CT*



- ▶ Ex: 672 détecteurs * x barrettes

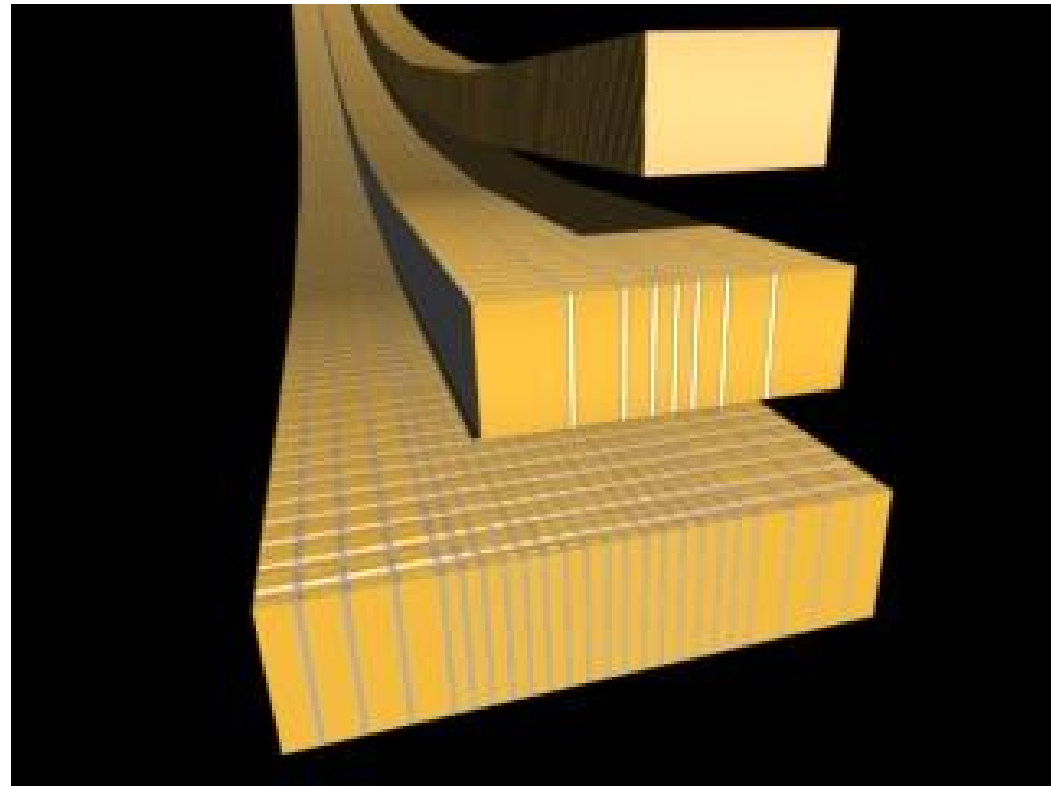
Détecteurs multicoupes

■ Scanner multibarrettes

▶ Monocoupe

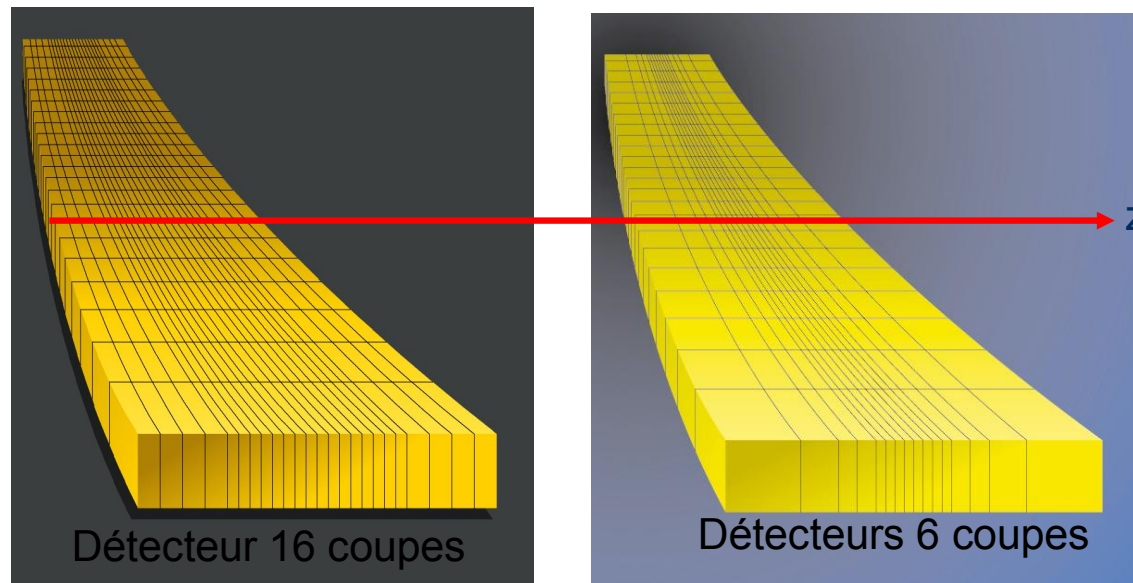
▶ 4 coupes

▶ 16 coupes



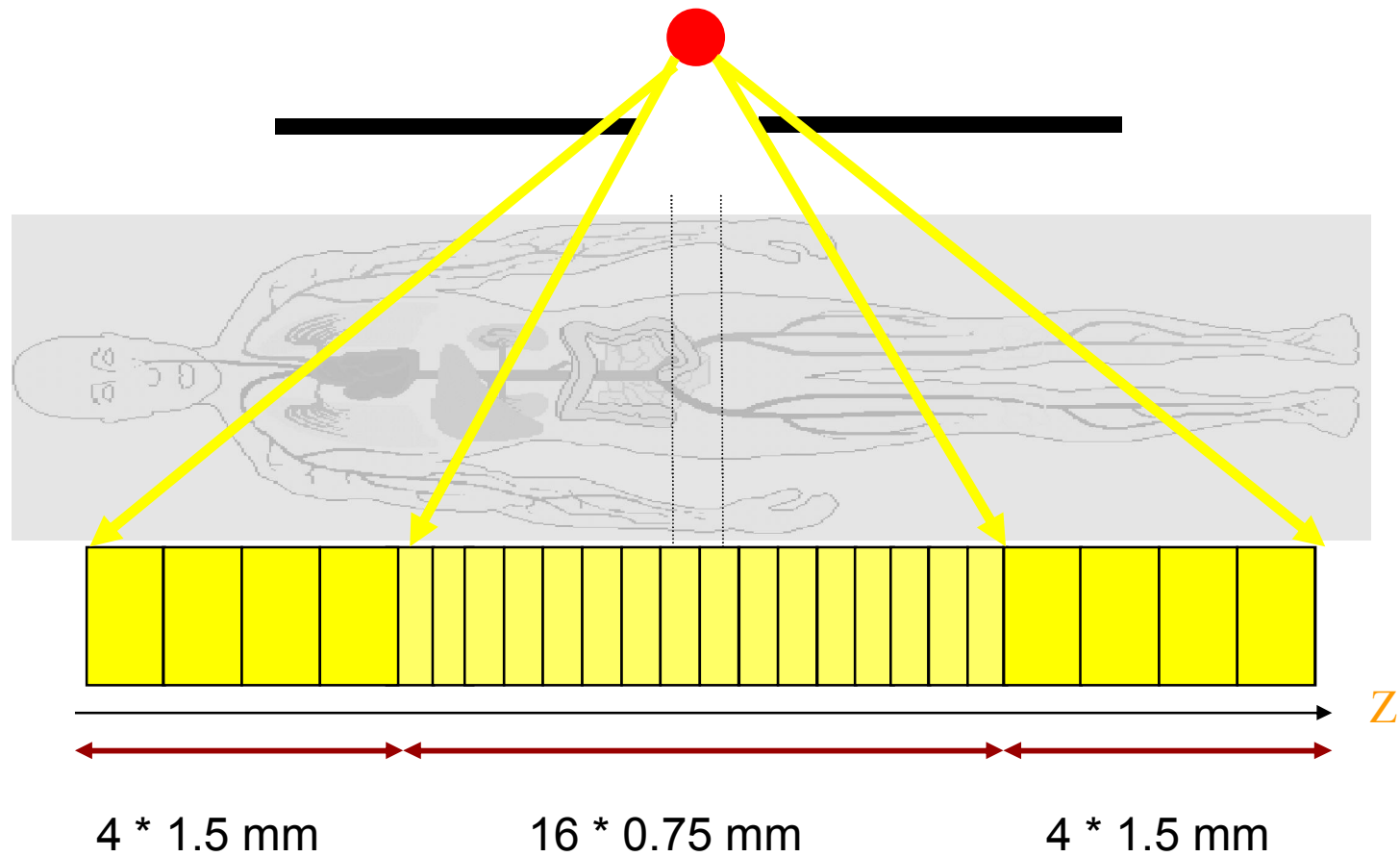
Détecteurs multicoupes

- Détecteurs multibarrettes
 - ▶ 4 coupes → 8 barrettes
 - ▶ 6 coupes → 16 barrettes
 - ▶ 16 coupes → 24 barrettes



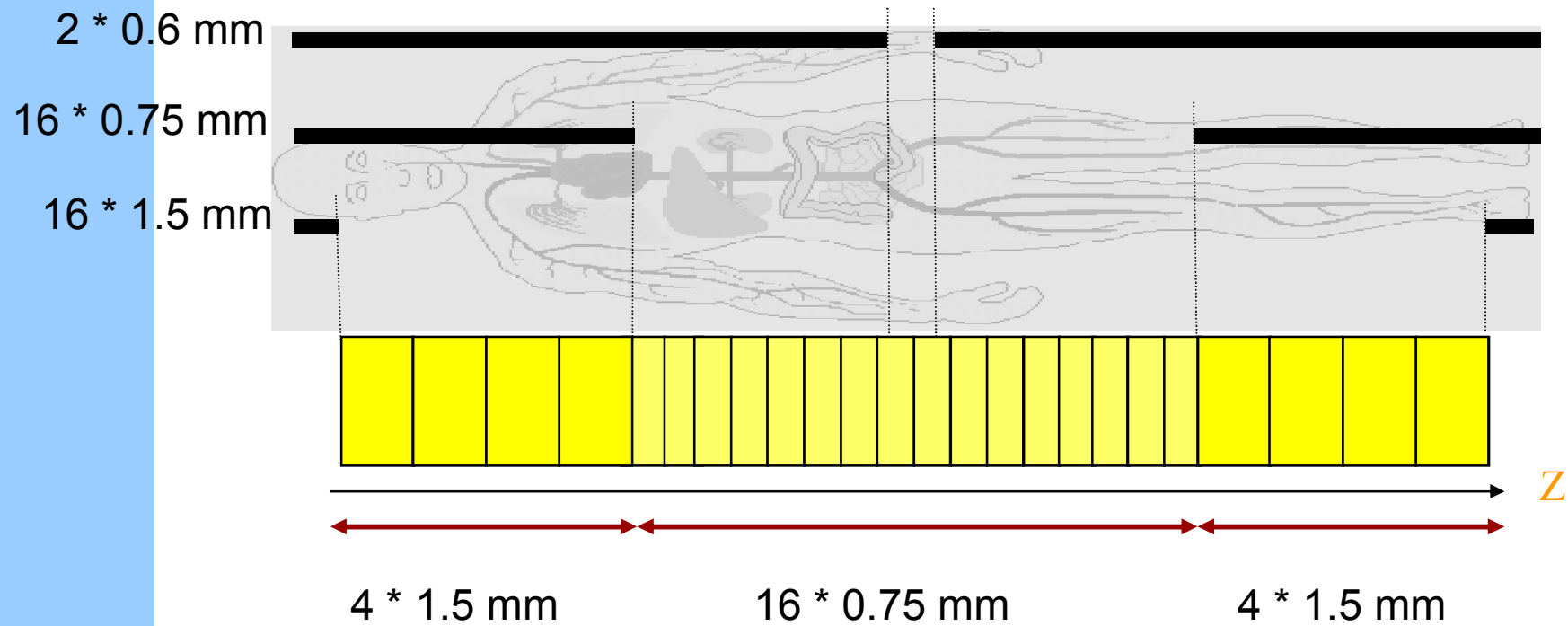
Détecteurs multicoupes

■ Gestion des collimations



Détecteurs multicoupes

■ Gestion des collimations



Détecteurs multicoupes

■ Le détecteur

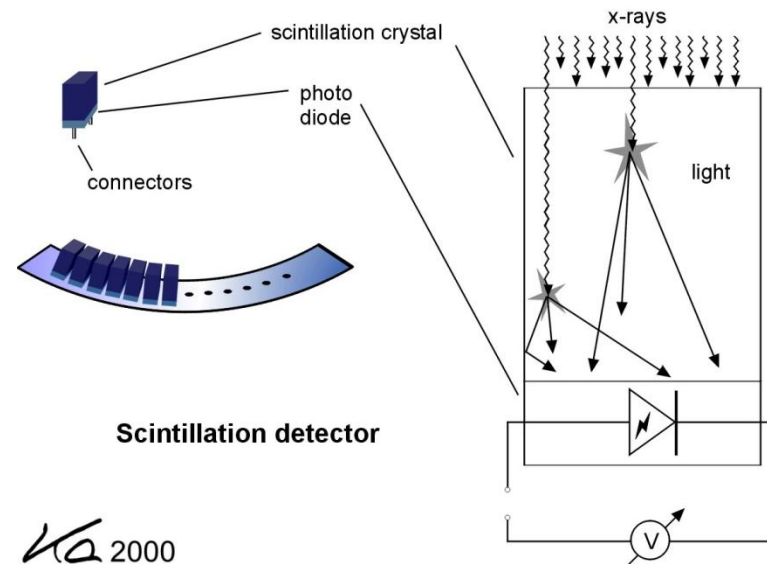


Détecteurs multicoupes

■ 2 types de famille de détecteurs

▶ Détecteurs à scintillateurs / photodiodes

- Cristal
- Céramique

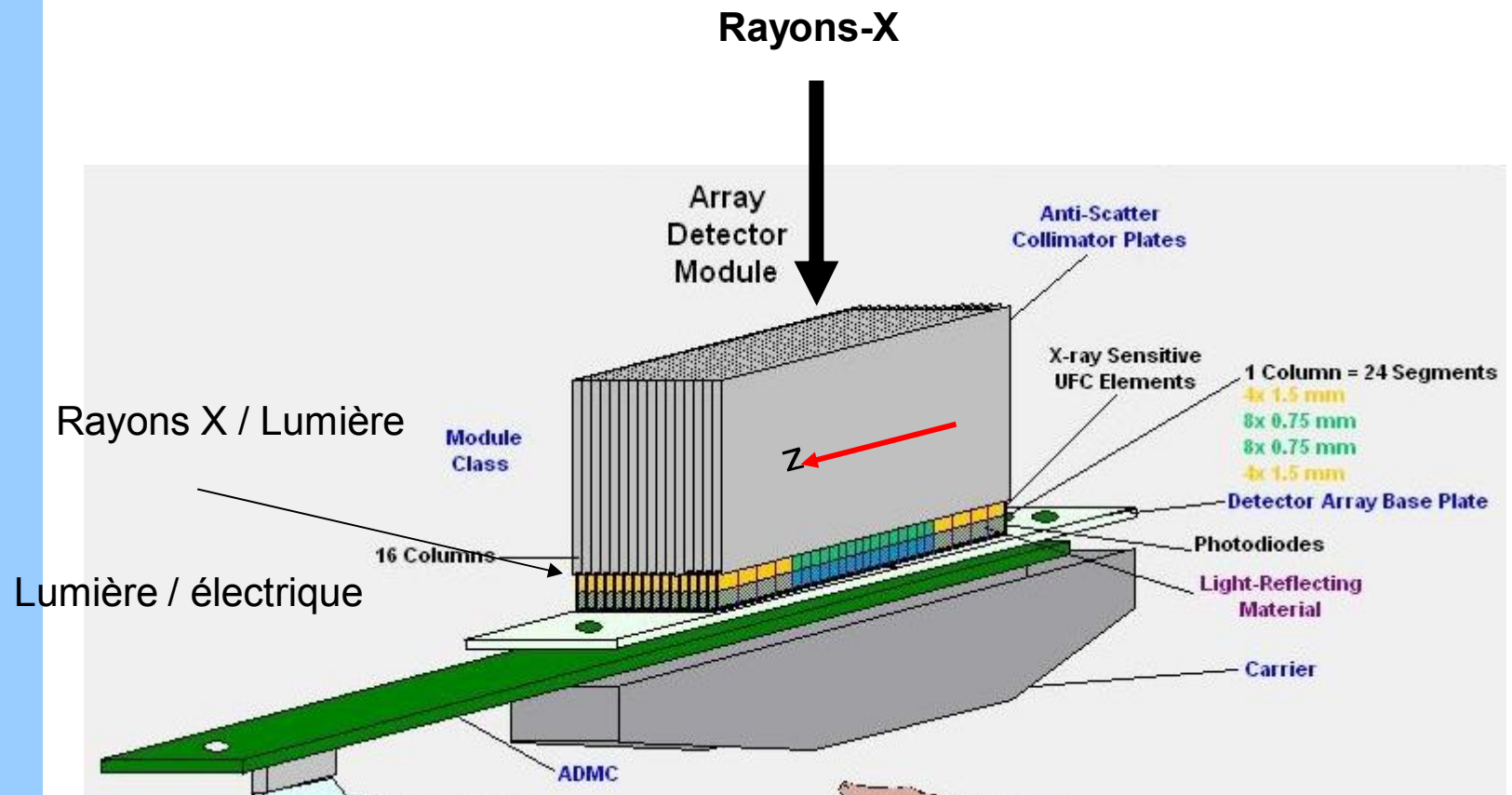


Va 2000

- Exemple du matériau utilisé dans les scanners Siemens: UFC (Ultra Fast Ceramic) à base de terres rares frittées à très hautes températures

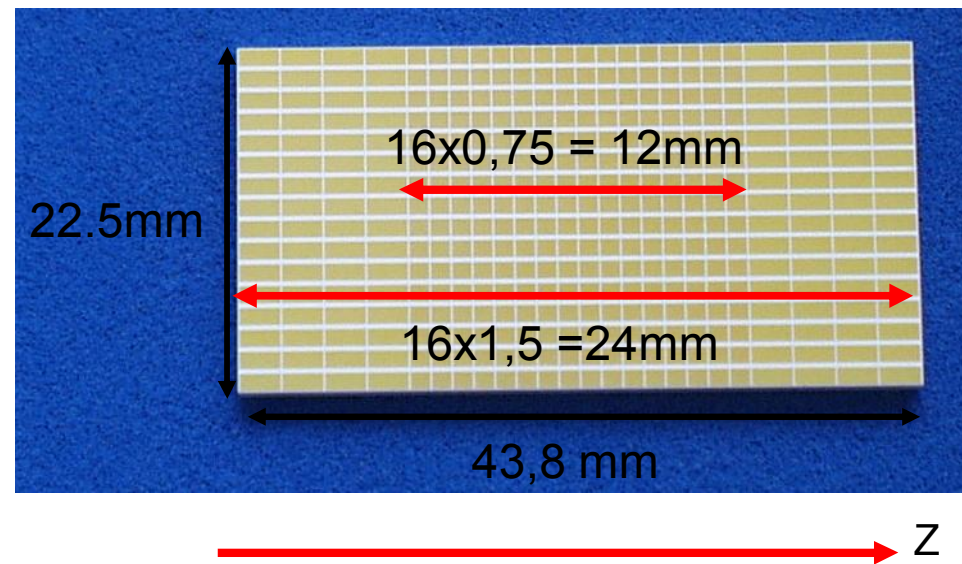
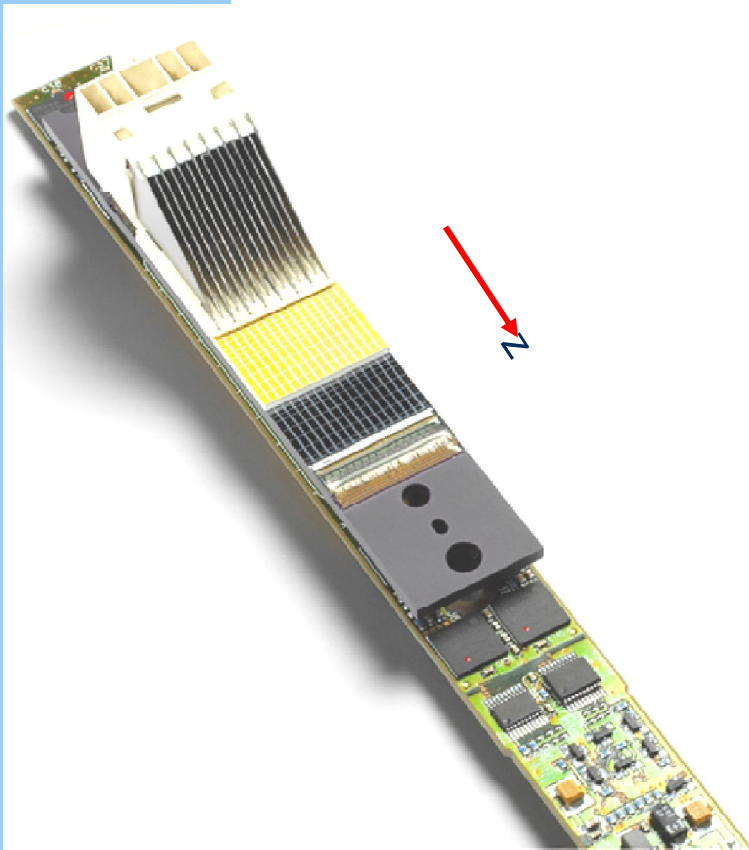
Détecteurs multicoupes

- Module de détection (16 coupes)



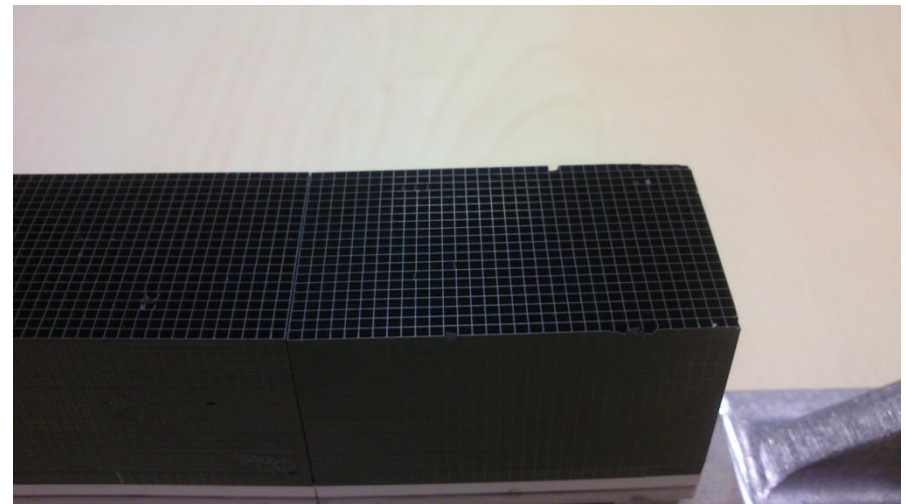
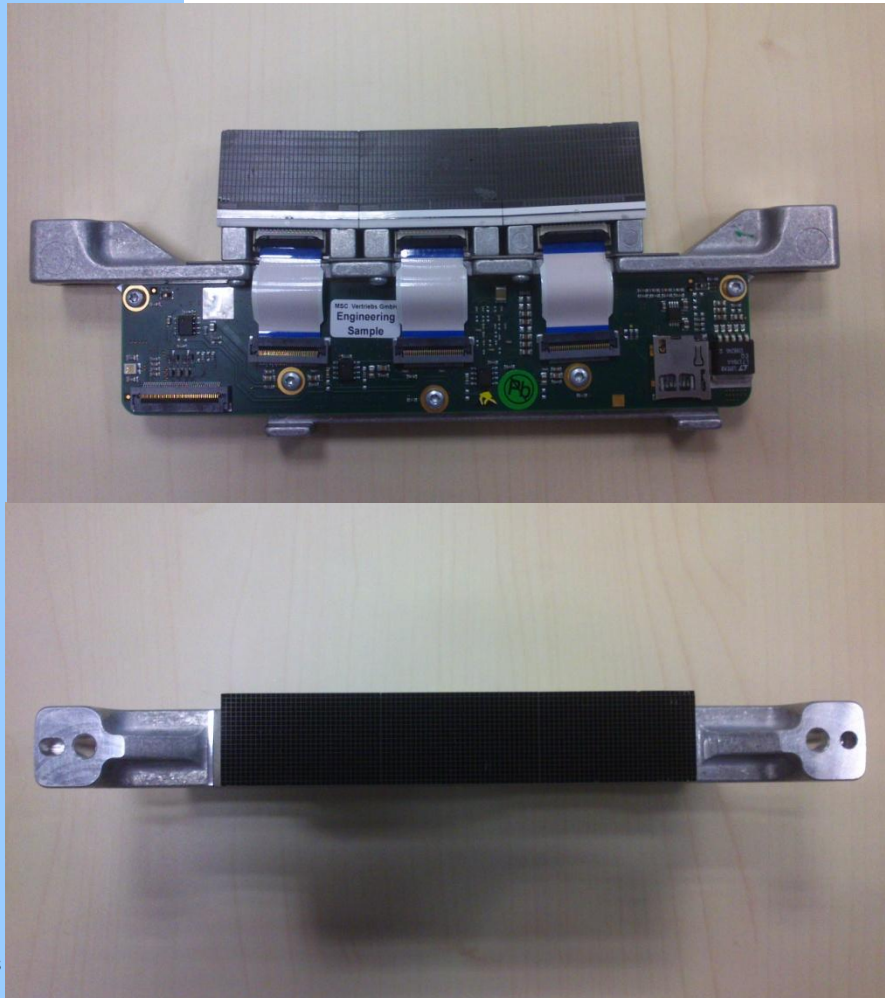
Détecteurs multicoupes

- Module de détection (16 coupes)



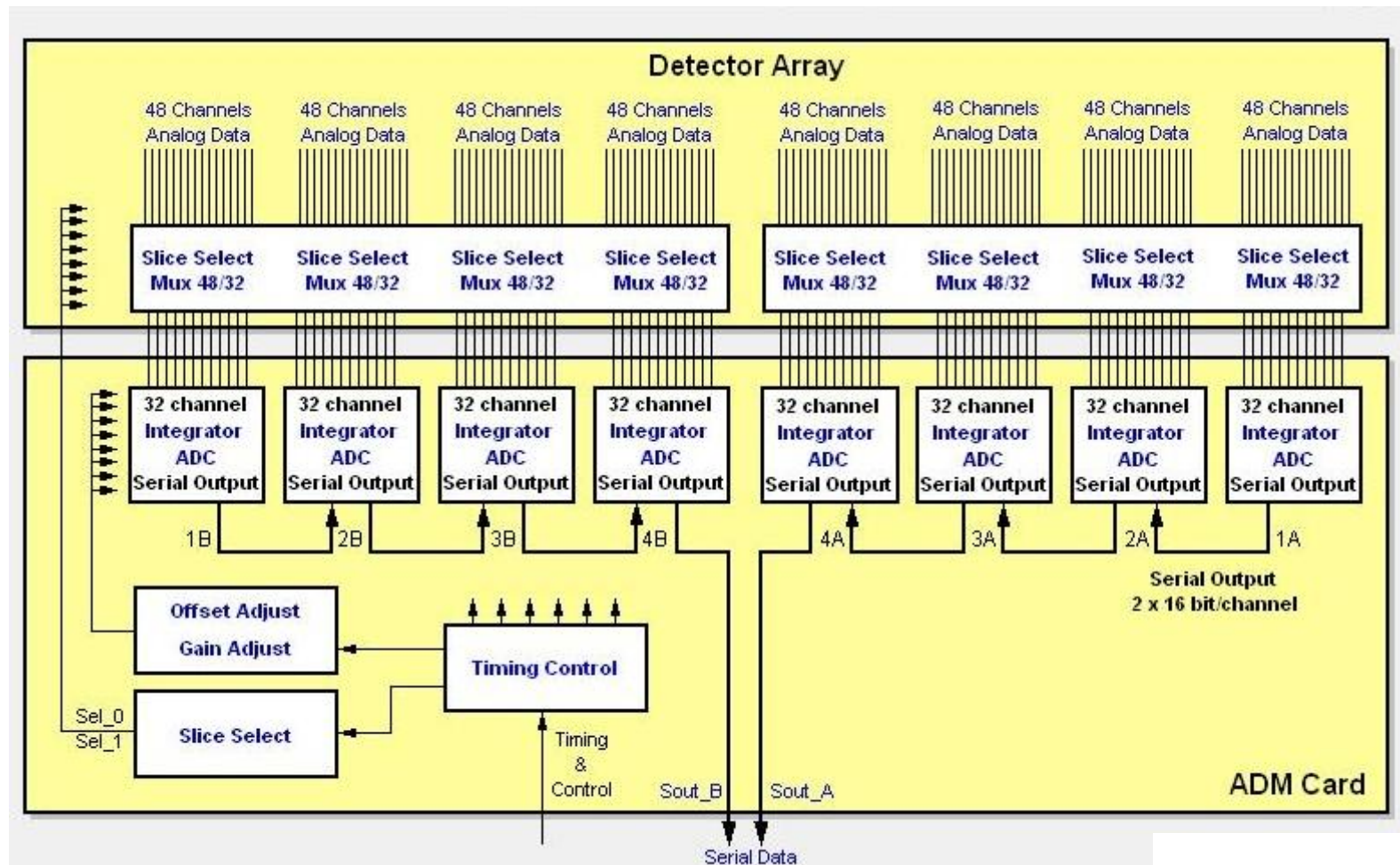
Détecteurs multicoups

- Module de détection (192 coupes)



Détecteurs multicoupes

- Le système d'acquisition (*DAS Data Acquisition System*)

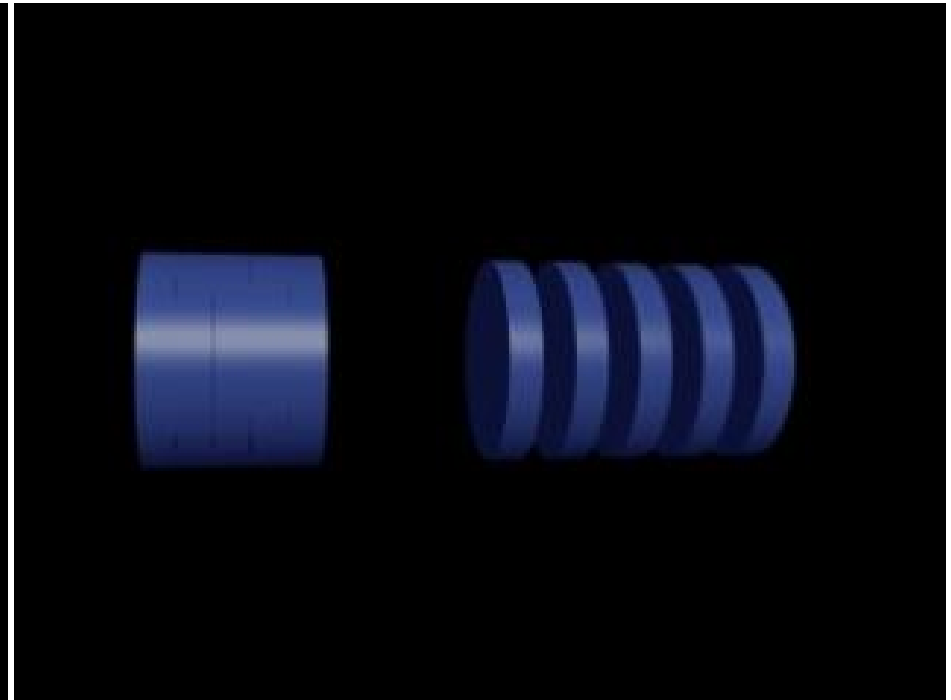
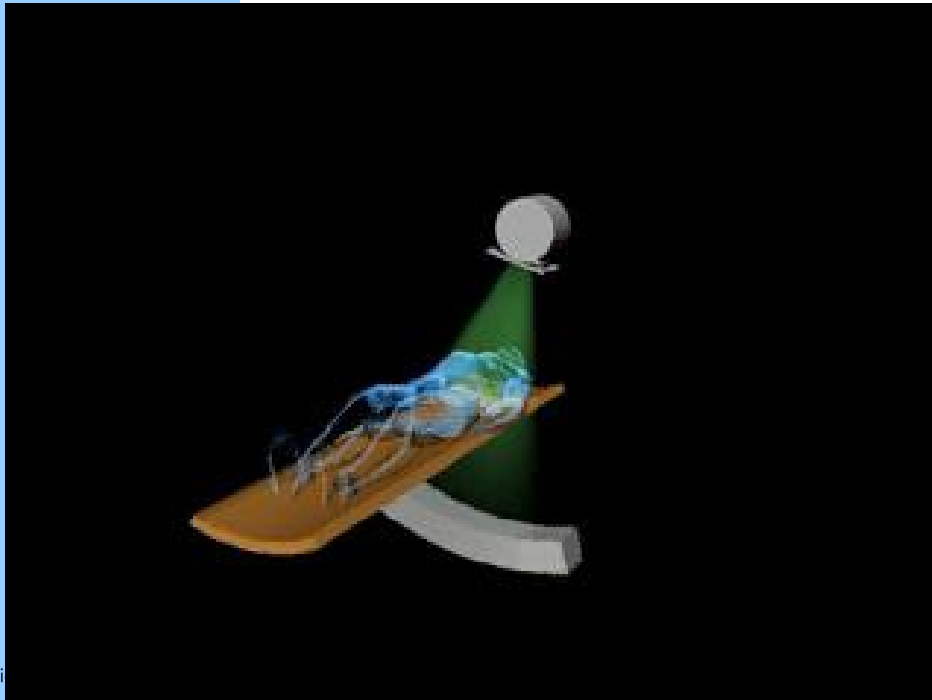


Plan de la présentation

- Rappels sur le scanner
- Détecteurs multicoupes
- Principe de reconstruction en mode séquentiel
- Reconstruction en mode spiralé monocoupe
- Reconstruction en mode spiralé multicoupes
- La qualité image
- Choix et contraintes
- Manipulations d'images

Principe de reconstruction en mode séquentiel

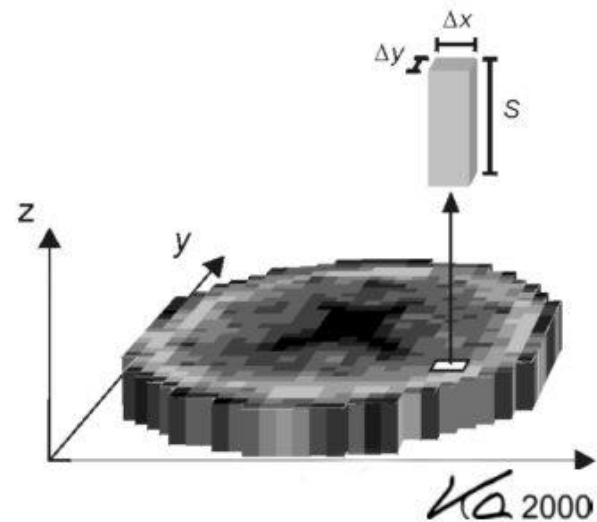
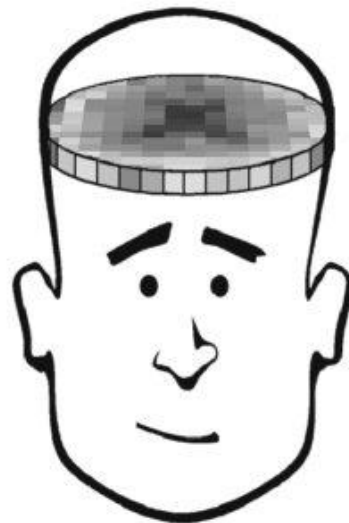
- Acquisition de base: mode séquentiel / incrémentiel
 - ▶ La table est fixe. L'ensemble tube/détecteur tourne autour du patient.
 - ▶ Sur 360° la même tranche anatomique reste dans le plan d'acquisition.
 - ▶ Obtention d'une coupe



Principe de reconstruction en mode séquentiel

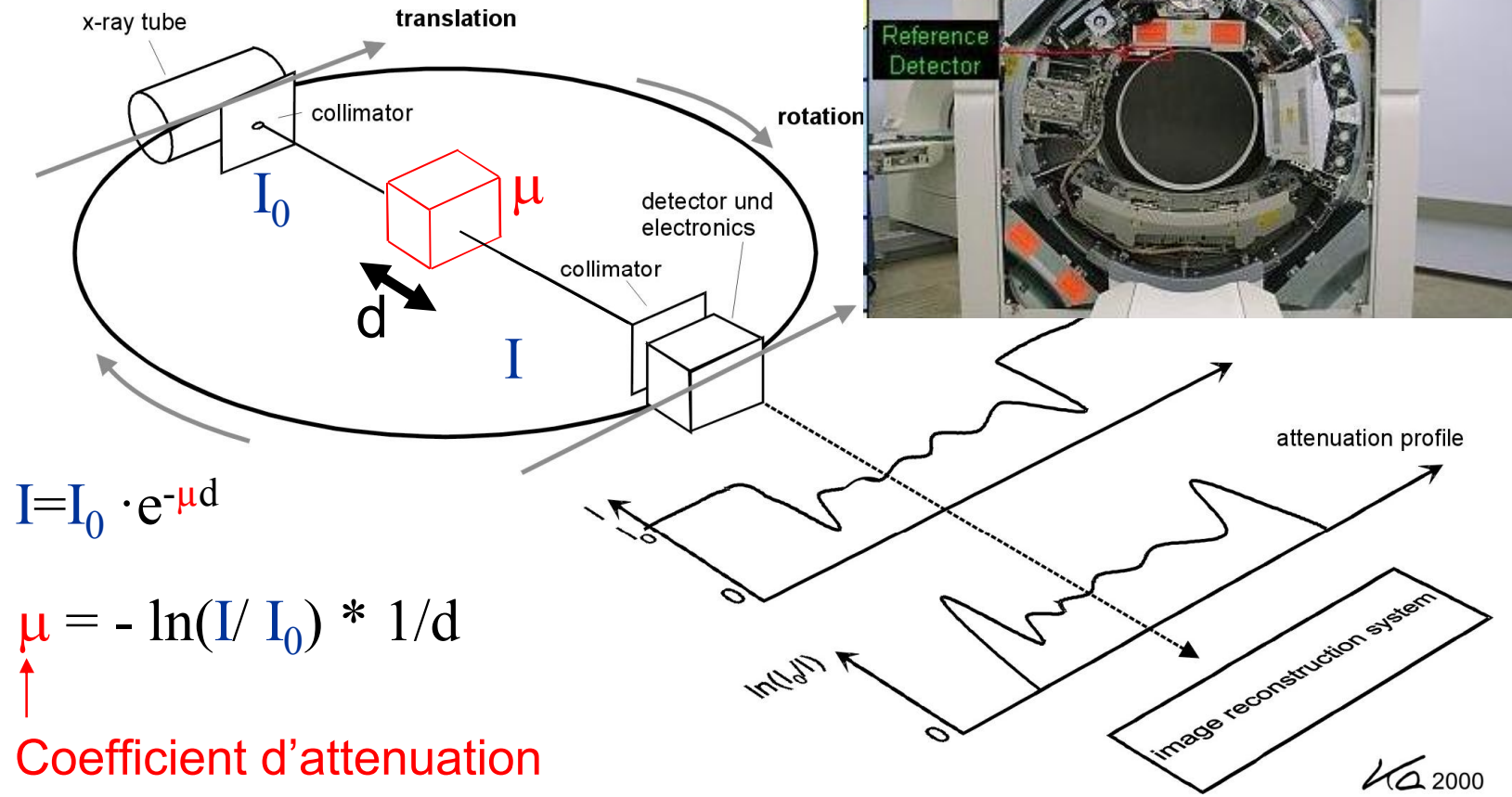
■ Une coupe (*slice*)

- ▶ $x, y \rightarrow$ *pixel (picture element cell)*
- ▶ $x, y, z \rightarrow$ *voxel (volume element cell)*



Principe de reconstruction en mode séquentiel

■ Mesure de base



$$I = I_0 \cdot e^{-\mu d}$$

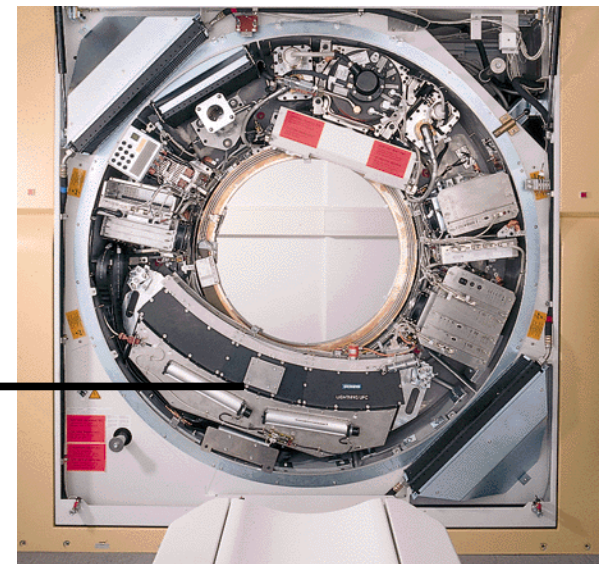
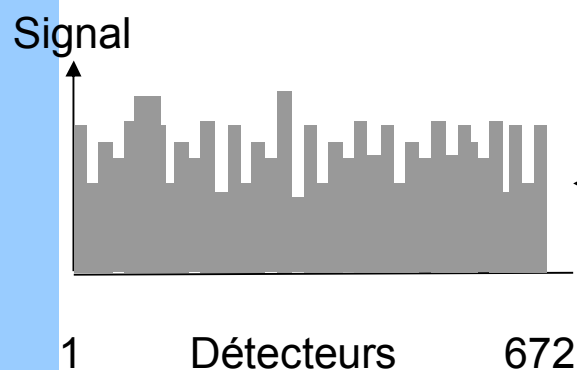
$$\mu = -\ln(I/I_0) \cdot 1/d$$

↑
Coefficient d'atténuation

Principe de reconstruction en mode séquentiel

■ Une projection

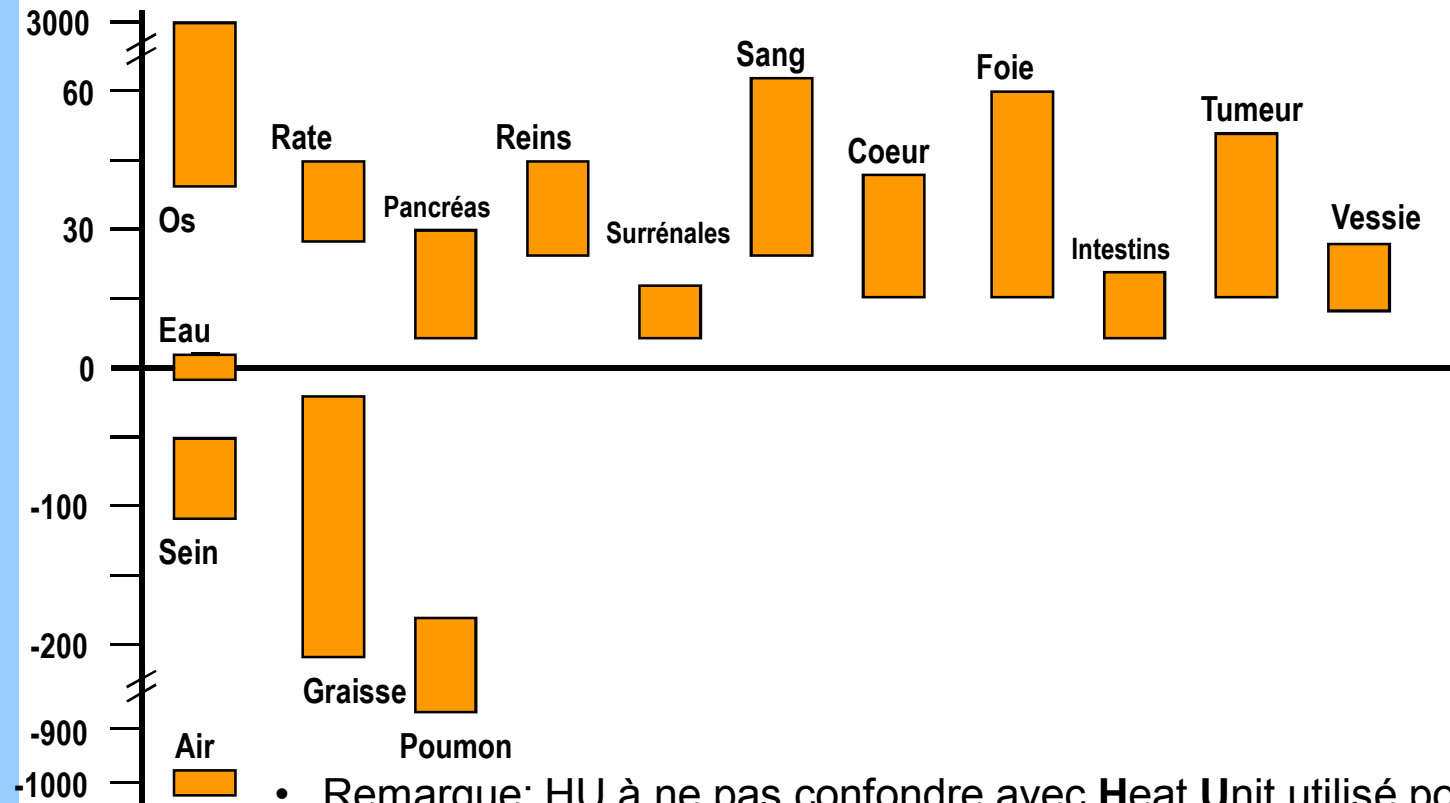
- ▶ Définition: Une lecture du système d'acquisition
- ▶ Aujourd'hui un scanner 64 coupes peut atteindre 4640 projections / seconde sur 360°



Principe de reconstruction en mode séquentiel

■ Echelle Hounsfield

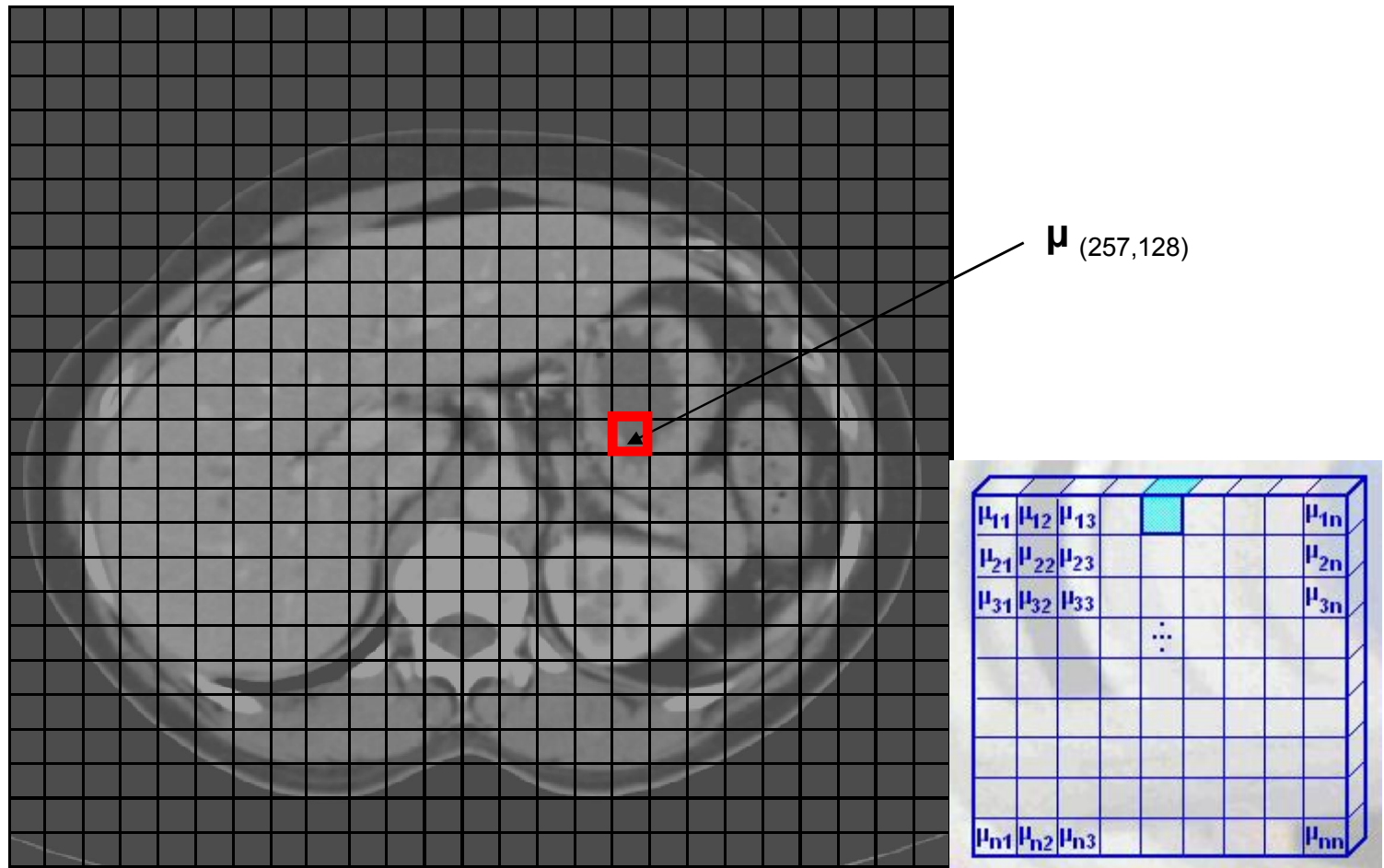
► Valeur $CT =$ Unités Hounsfield (HU ou UH)



- Remarque: HU à ne pas confondre avec Heat Unit utilisé pour quantifier la capacité thermique du tube

Principe de reconstruction en mode séquentiel

- Techniques de reconstruction
 - ▶ $512 \times 512 = 262144$ valeurs de μ différentes
 - ▶ Comment déterminer toutes les valeurs?



Principe de reconstruction en mode séquentiel

■ Techniques de reconstruction

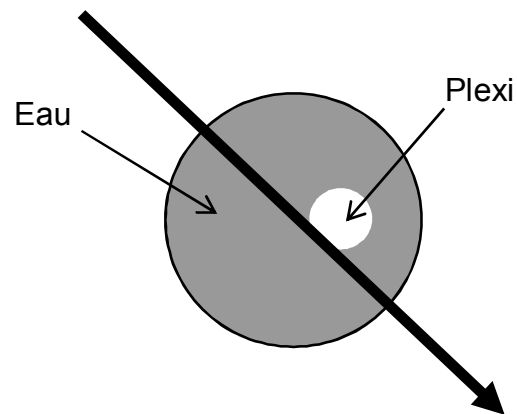
- ▶ Il existe de très nombreuses techniques. Chez un même constructeur, en fonction des scanners, les processus mis en jeu ne seront pas les mêmes selon qu'il s'agisse d'une machine d'entrée de gamme, ou bien performante, rapide ou bien peu gourmande en temps de calcul, etc.
- ▶ Certaines techniques sont communes aux scanners X , Gamma caméras et PET scan.

Principe de reconstruction en mode séquentiel

- La rétroprojection (*backprojection*)
 - ▶ La rétroprojection ou épandage consiste à rétro-projeter (épandre) sur la matrice de reconstruction les projections acquises. La matrice se remplit au fur et à mesure.

Principe de reconstruction en mode séquentiel

- La rétroprojection (*backprojection*)



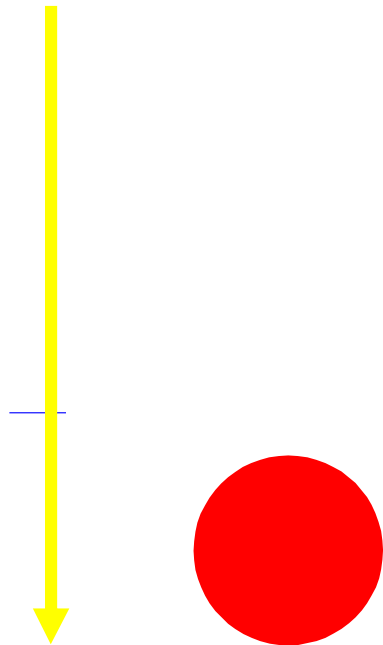
- ▶ Mais image floue inexploitable médicalement



Principe de reconstruction en mode séquentiel

- Technique analytique: La rétroprojection (backprojection)
 - ▶ Filtration par convolution

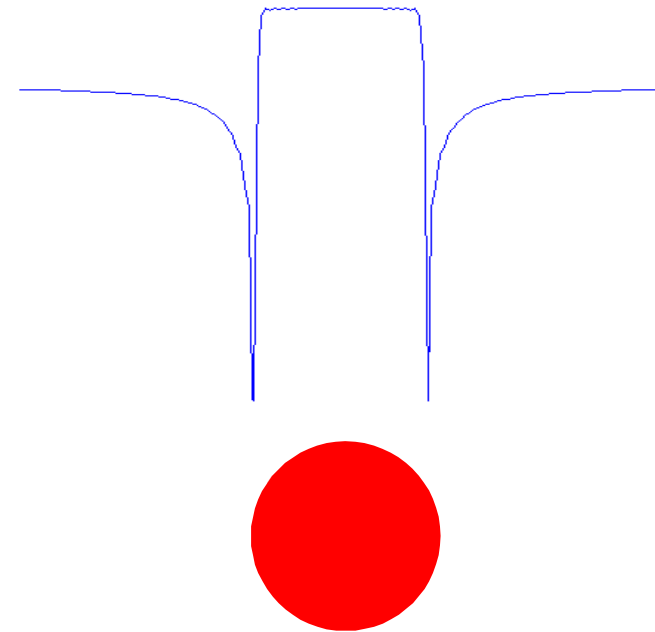
Profil d'atténuation sur
un cylindre
 $f_{\theta}(p)$



convolution



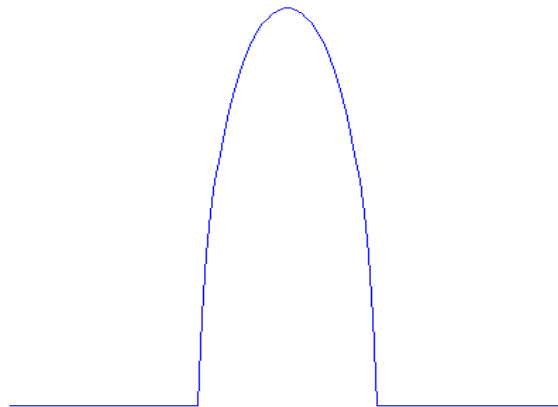
Profil d'atténuation
filtré
 $f_{\theta}(p) * K(p)$



Principe de reconstruction en mode séquentiel

■ Filtration par convolution

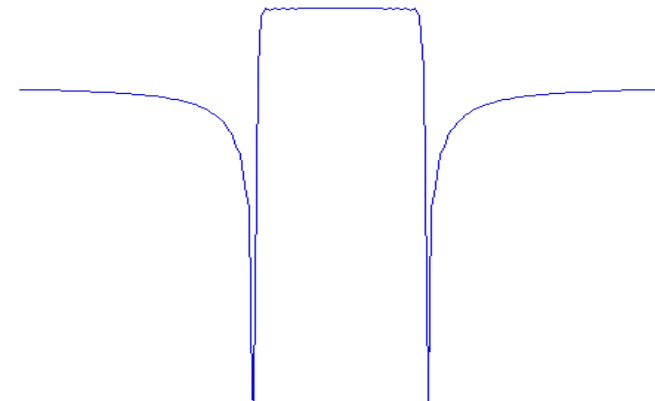
Profil d'atténuation sur
un cylindre
 $f_{\theta}(p)$



convolution



Profil d'atténuation
filtré
 $f_{\theta}(p) * K(p)$



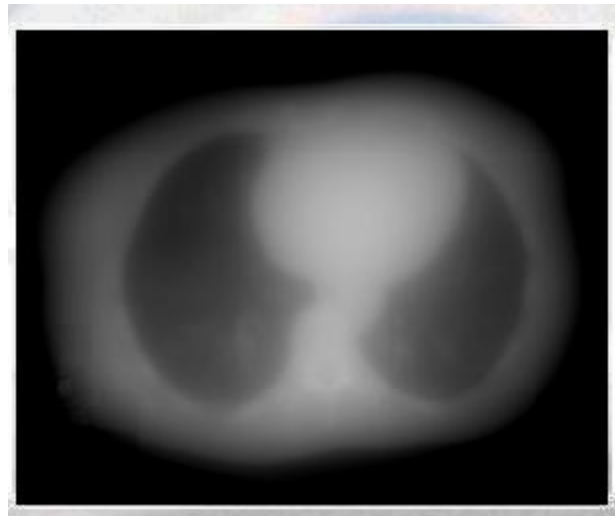
Principe de reconstruction en mode séquentiel

- Rétroprojection filtrée



Principe de reconstruction en mode séquentiel

■ Rétroprojection filtrée



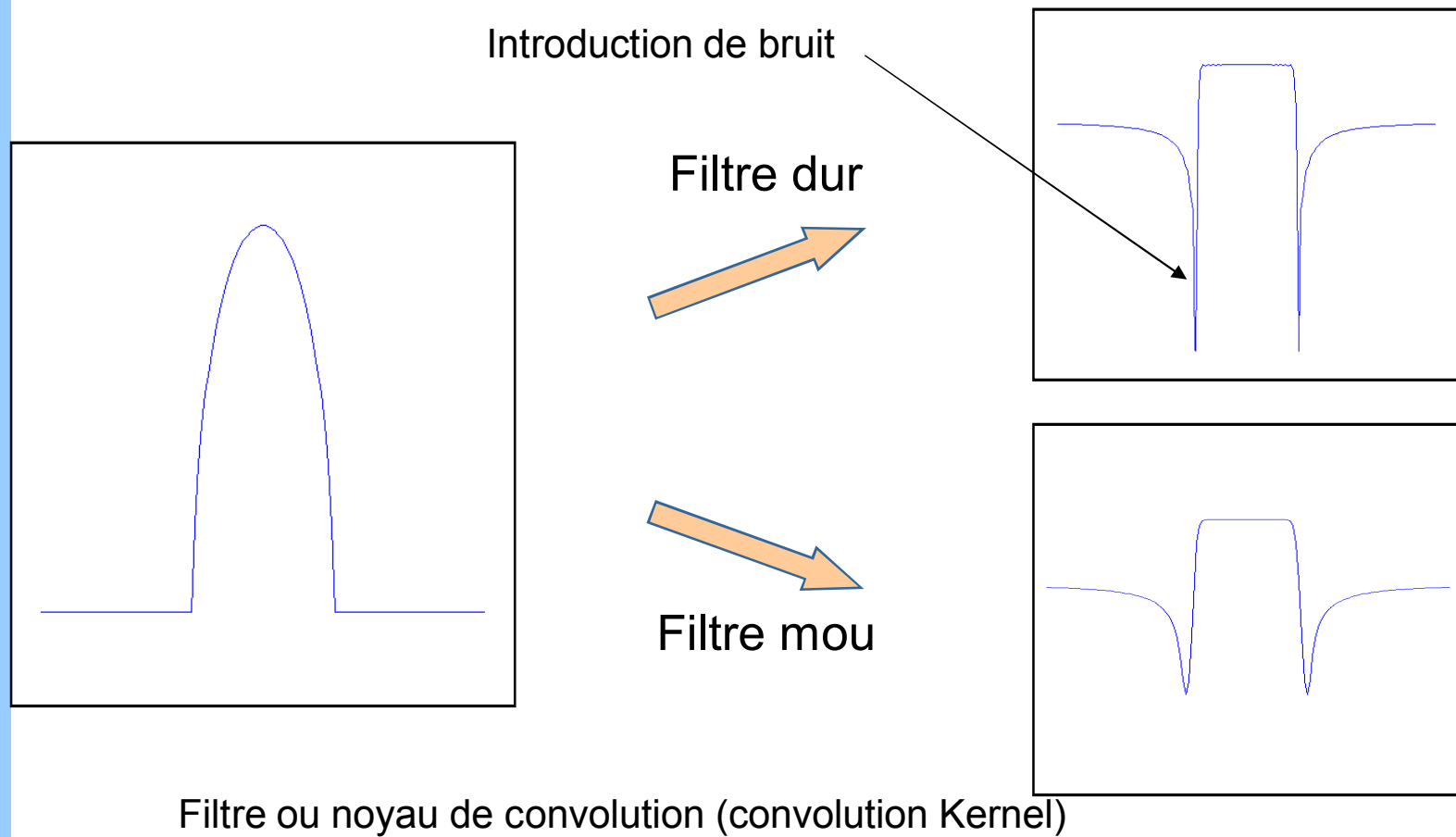
▶ Sans convolution



Avec convolution

Principe de reconstruction en mode séquentiel

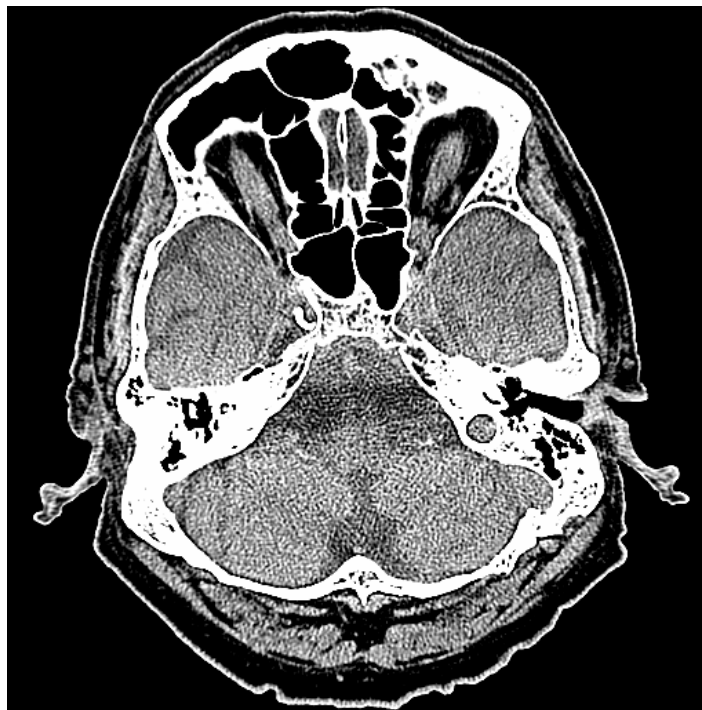
■ Rétroprojection filtrée



Principe de reconstruction en mode séquentiel

■ Rétroprojection filtrée

- ▶ Un filtre dur augmente la résolution spatiale mais introduit du bruit dans l'image



Filtre dur



Filtre mou

Principe de reconstruction en mode séquentiel

■ Rétroprojection filtrée

Tâche Recon 1 2 3 4 5 6 7 8 Description de la série Pelvimétrie 2.0 B50f

Type de Recon axial 3D

Coupe 2.0 mm

filtre de convolution B50f moyen dur

Fenêtre

PleinChamp

Miroir

Echelle UH étendue

Ordre des images Cranio-caudal

Début Recon -27.5 mm

Fin Recon -275.0 mm

Incrément Recon 2.0 mm

Nombre d'images 124

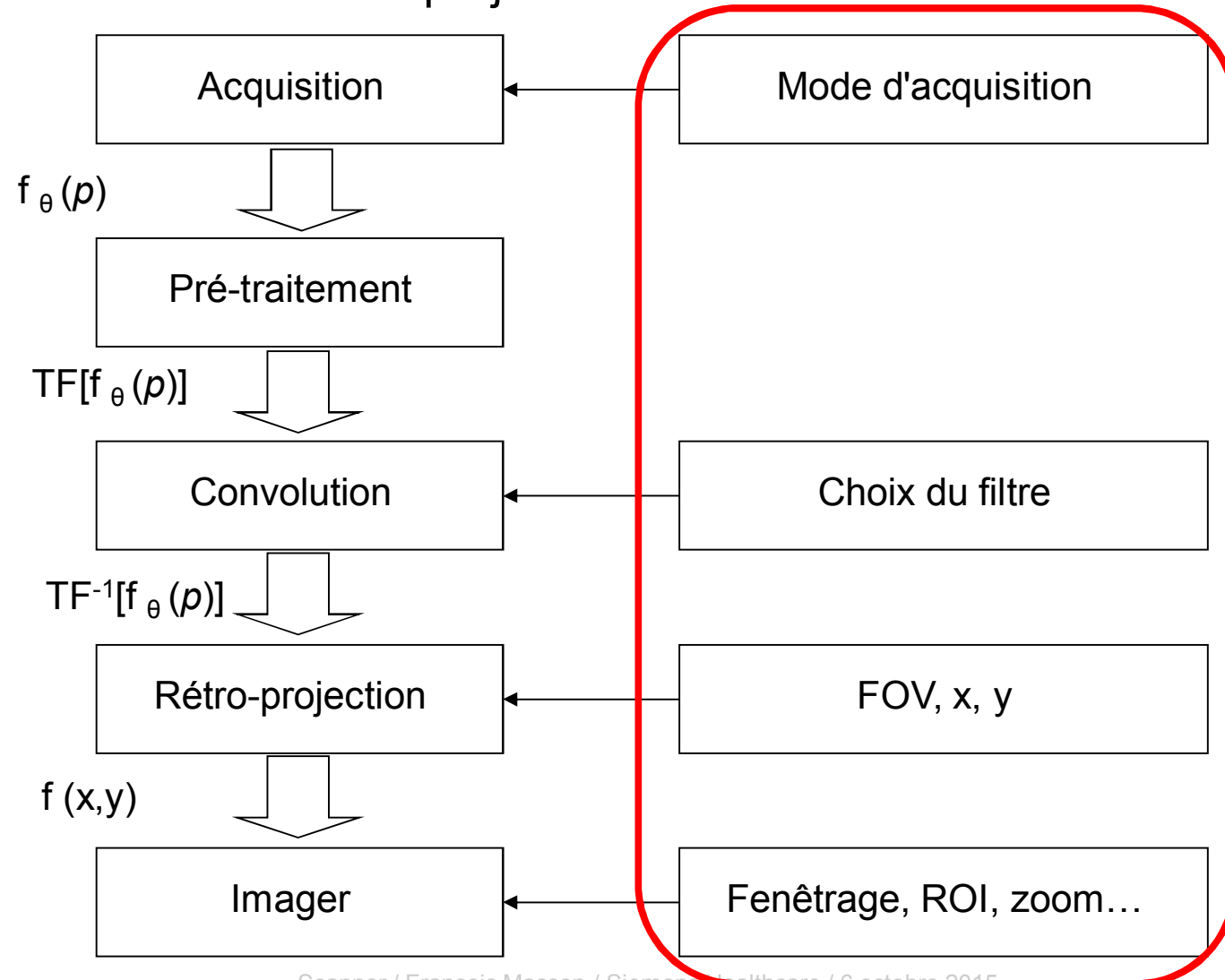
Commentaires

Routine Acquisition Recon Tâche auto.

- B10f très lisse
- B20f lisse
- B30f moyen lisse
- B31f moyen lisse +
- B35f HeartView moyen
- B36f HeartView moyen
- B40f moyen
- B41f moyen +
- B45f moyen
- B46f HeartView dur
- B50f moyen dur
- B60f dur
- B70f très dur
- B80f ultra dur**

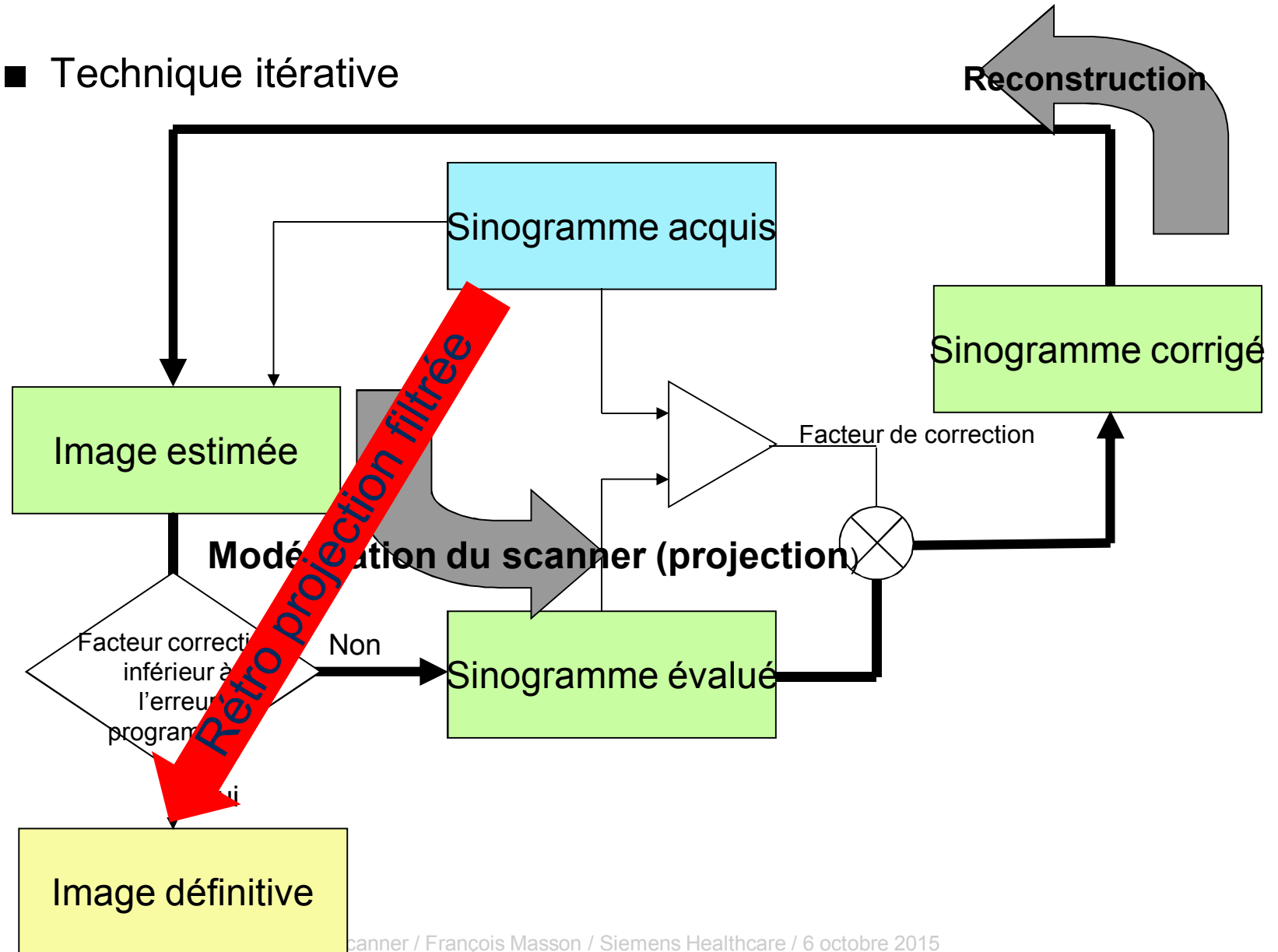
Principe de reconstruction en mode séquentiel

- Pour résumer la rétroprojection filtrée **Choix utilisateur**



Principe de reconstruction en mode séquentiel

■ Technique itérative

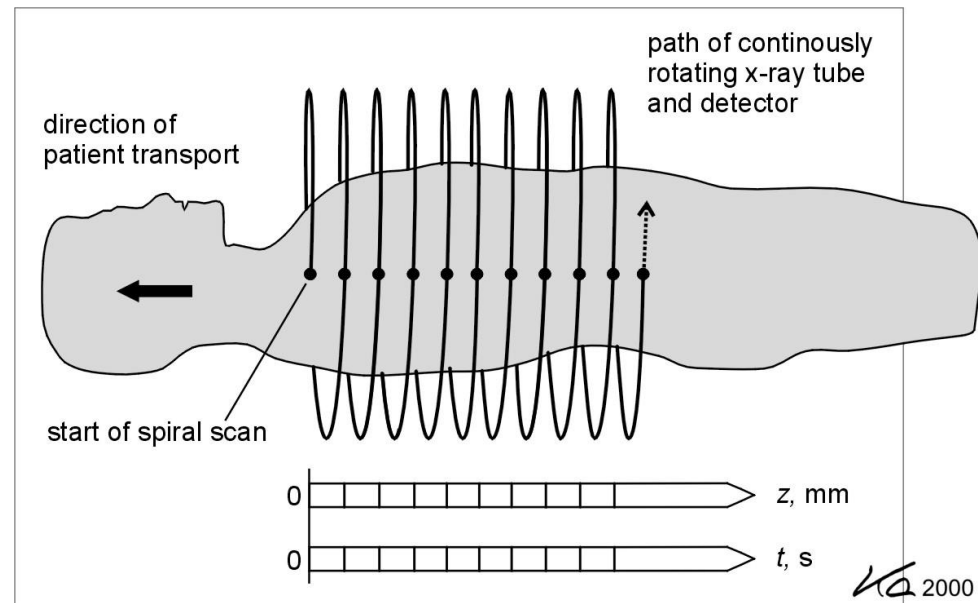
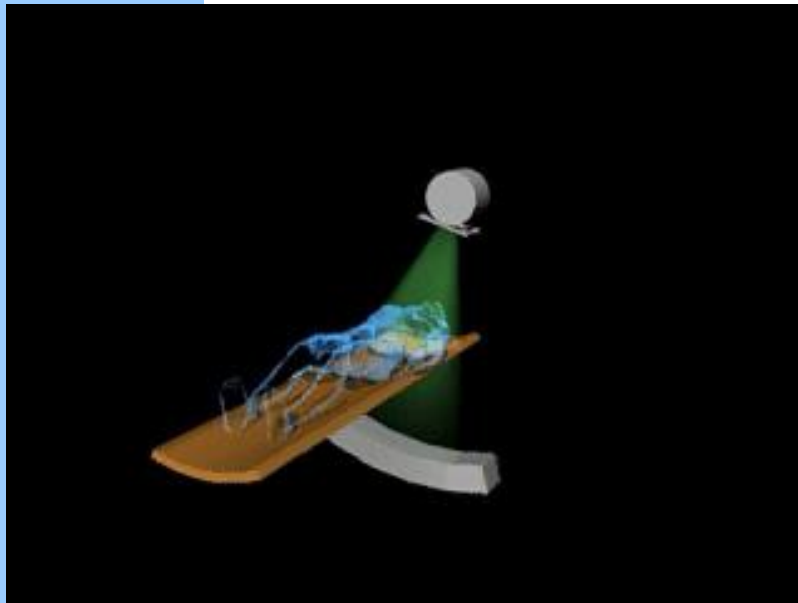


Plan de la présentation

- Rappels sur le scanner
- Détecteurs multicoupes
- Principe de reconstruction en mode séquentiel
- **Reconstruction en mode spiralé monocoupe**
- Reconstruction en mode spiralé multicoupes
- La qualité image
- Choix et contraintes

Reconstruction en mode spiralé monocoupe

- Acquisition spiralé / hélicoïdale / volumique
 - ▶ L'ensemble tube détecteur tourne de façon continu
 - ▶ La table avance



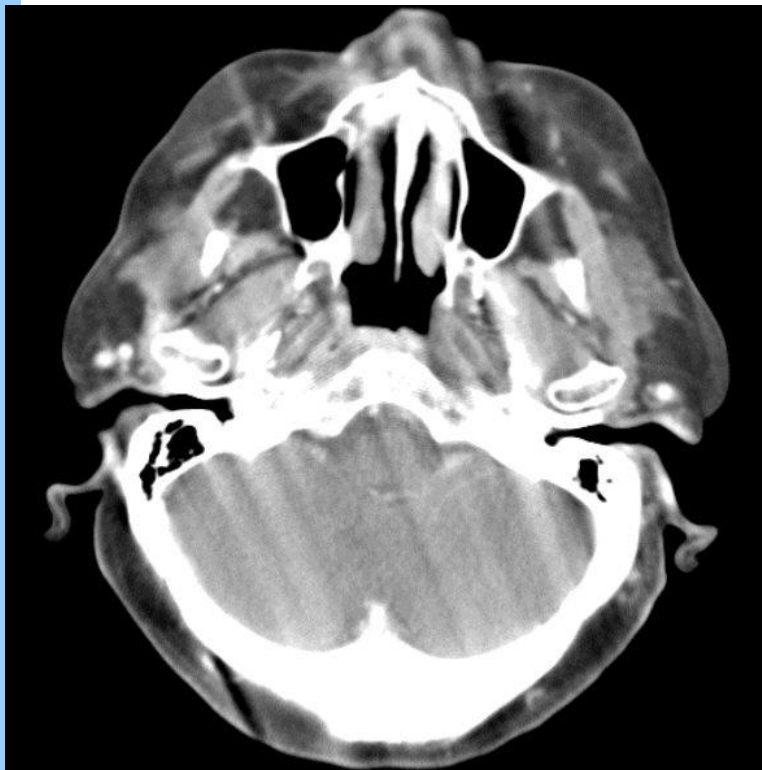
Reconstruction en mode spirale monocoupe

- Evaluation du déplacement de table

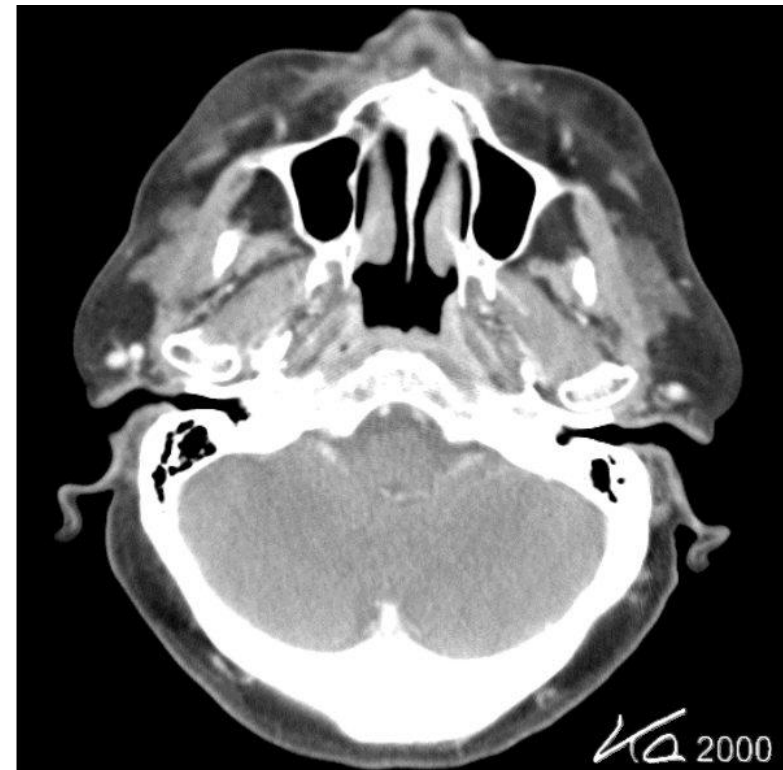
$$\text{Pitch} = \frac{\text{Déplacement de la table pour 1 tour de tube}}{\text{Collimation}}$$

Reconstruction en mode spirale monocoupe

- Acquisition spirale / hélicoïdale / volumique
 - ▶ Après une rotation de 360° la région anatomique traversée n'est plus la même. -> artefacts



a)

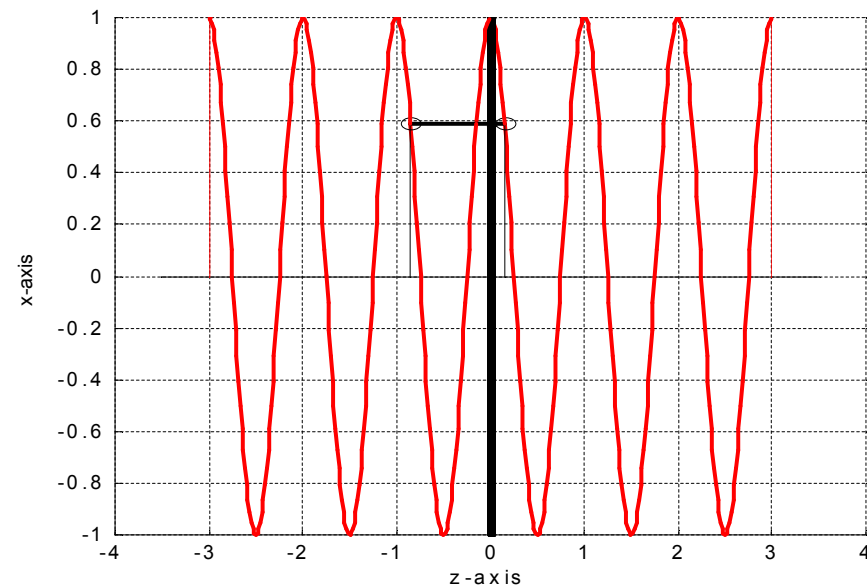
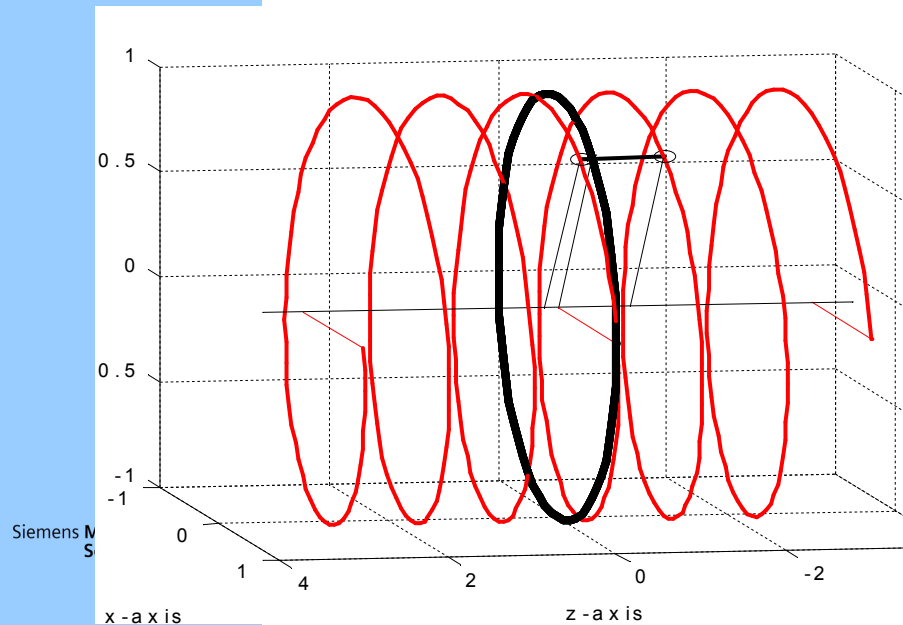


b)

Reconstruction en mode spiralé monocoupe

■ Reconstruction en mode spiralé monocoupe

- ▶ Condition: la table ne doit pas se déplacer sur une grande distance entre 2 révolutions
- ▶ Interpolation linéaire pondérée de deux projections, à la même position angulaire, espacées de 360°



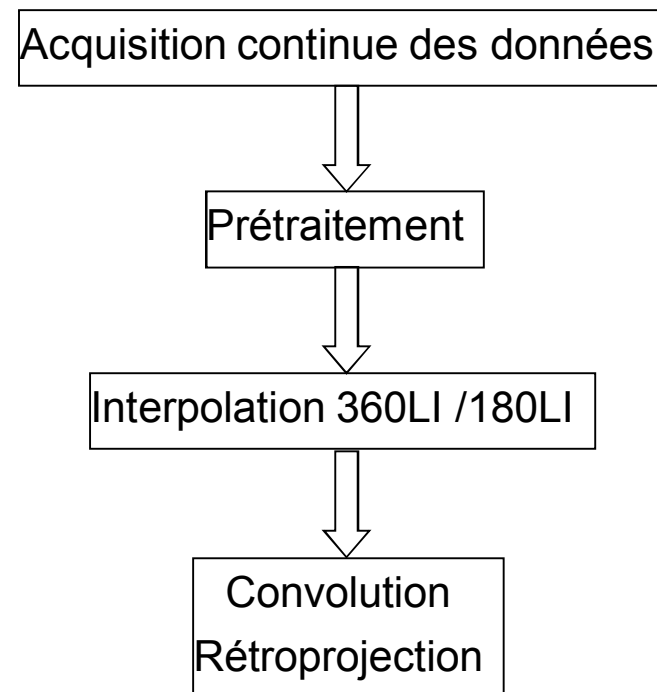
Reconstruction en mode spirale monocoupe

- Reconstruction en mode spirale monocoupe
 - ▶ La fonction de pondération est un triangle dont la base égale 2 fois l'avance de table afin de disposer de deux projections ayant la même position angulaire.
 - ▶ Algorithme: 360LI (*360° Linear Interpolation*)

Reconstruction en mode spirale monocoupe

■ Pour résumer:

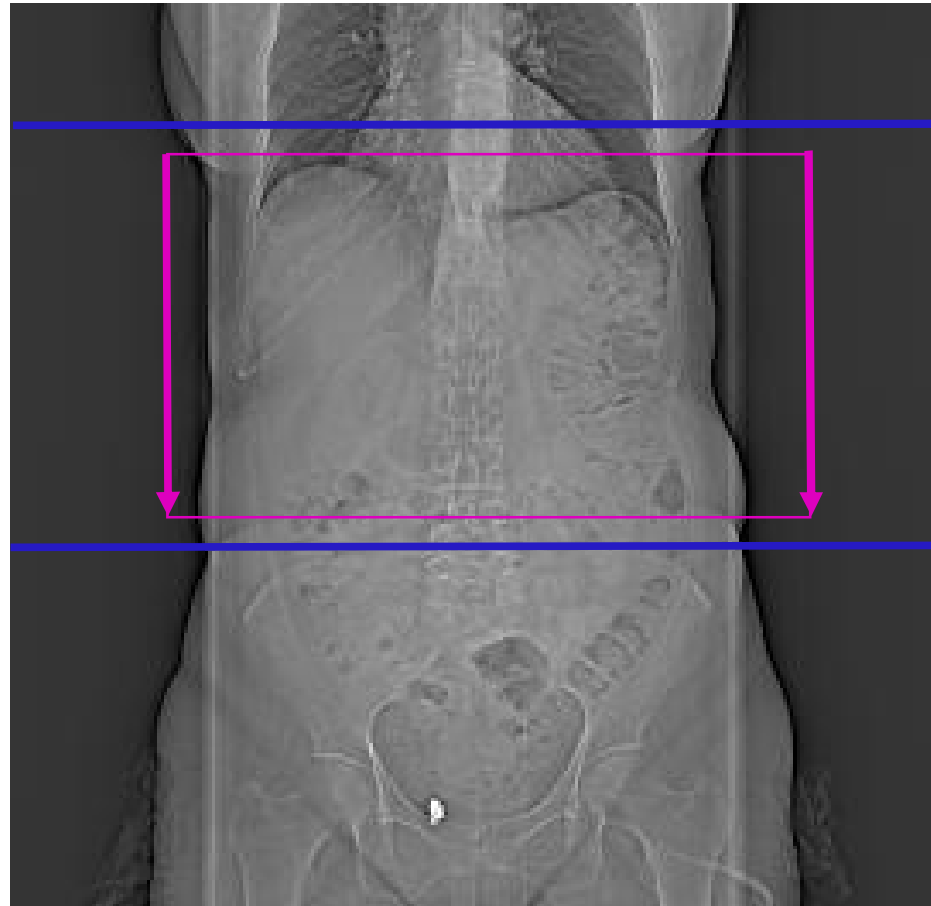
- ▶ Les différentes étapes de la reconstruction en acquisition spiralee monobarrettes



Reconstruction en mode spirale monocoupe

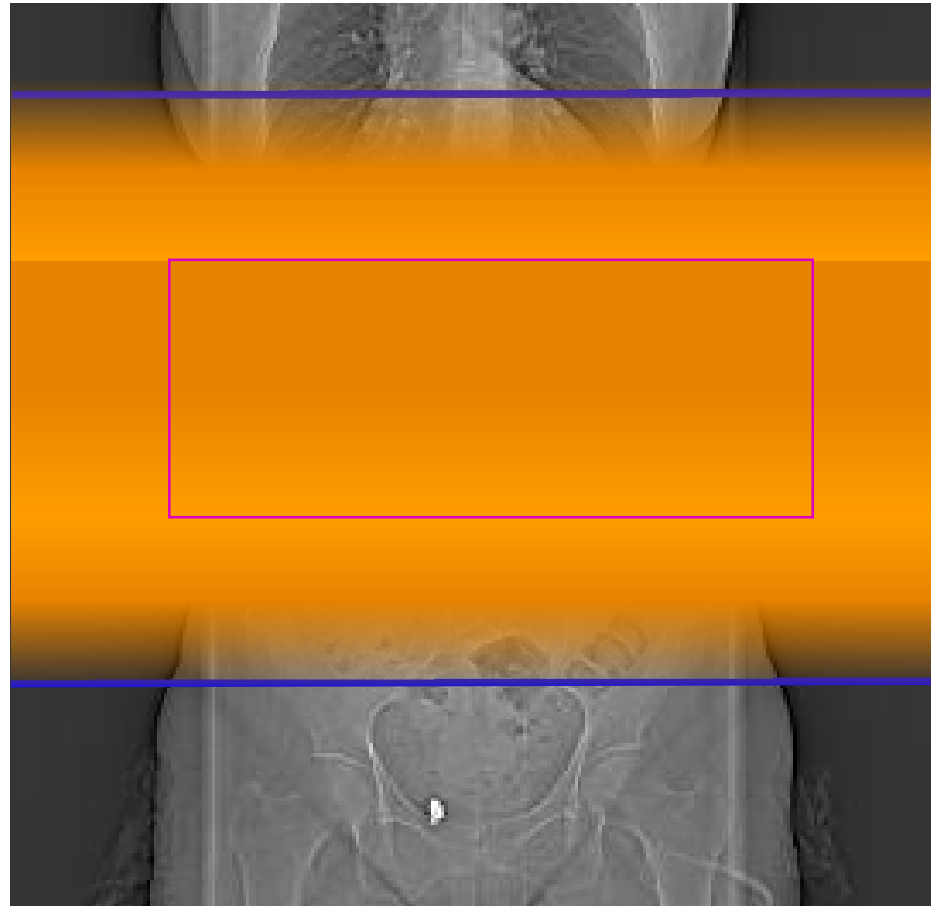
■ Remarques

- ▶ Zone d'acquisition, zone de reconstruction
- ▶ Sur le mode radio (topogramme, scoutview, etc...)



Reconstruction en mode spirale monocoupe

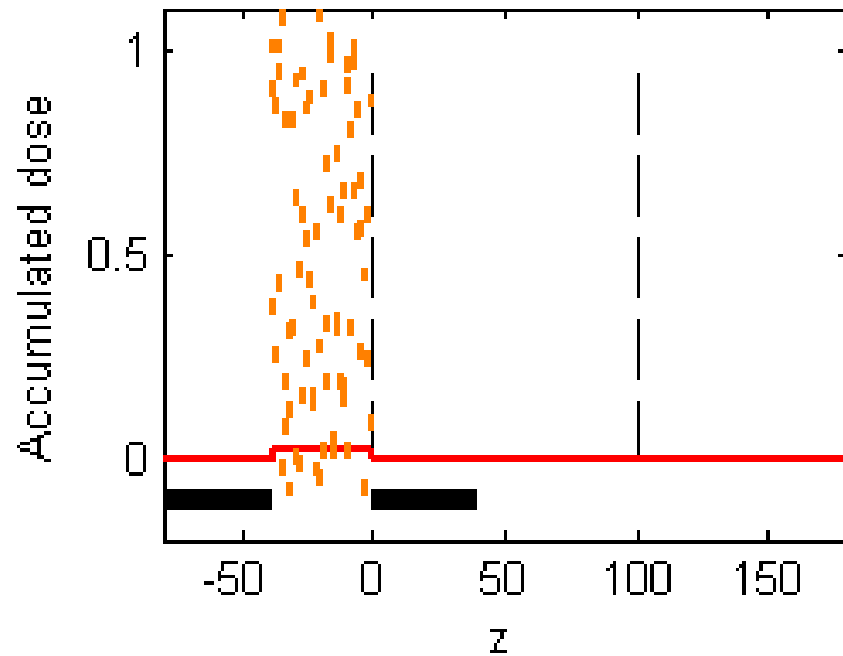
- Remarques
 - ▶ Overranging



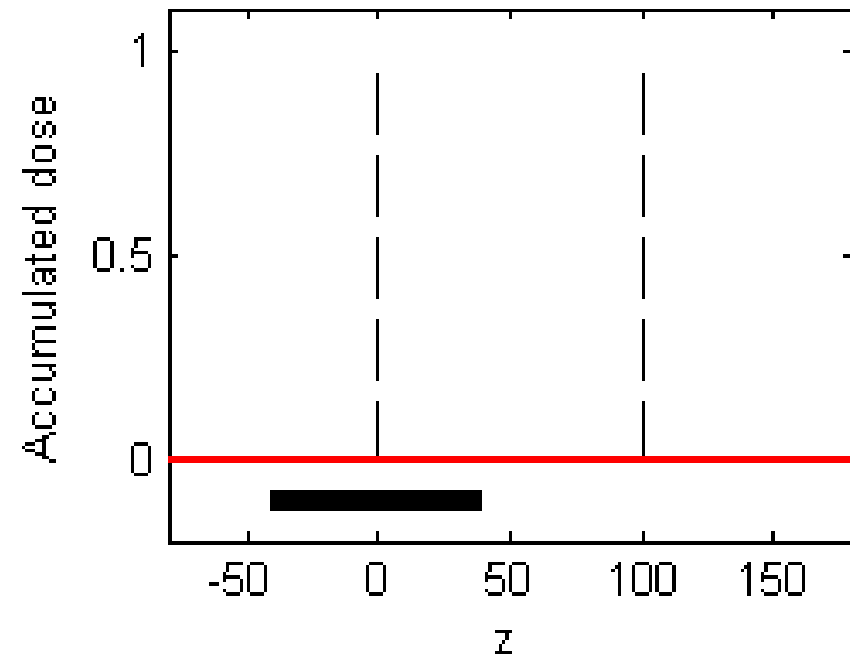
Reconstruction en mode spirale monocoupe

■ Remarques

- ▶ Collimateurs dynamiques



Collimateurs standards

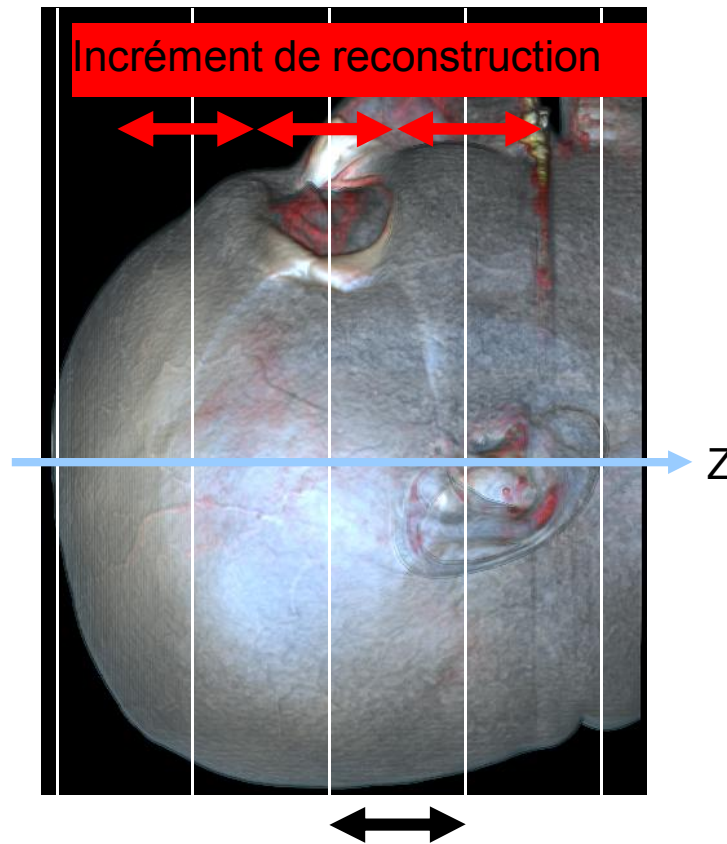


Collimateurs dynamiques

Reconstruction en mode spirale monocoupe

■ Remarques

- ▶ Incrément de reconstruction



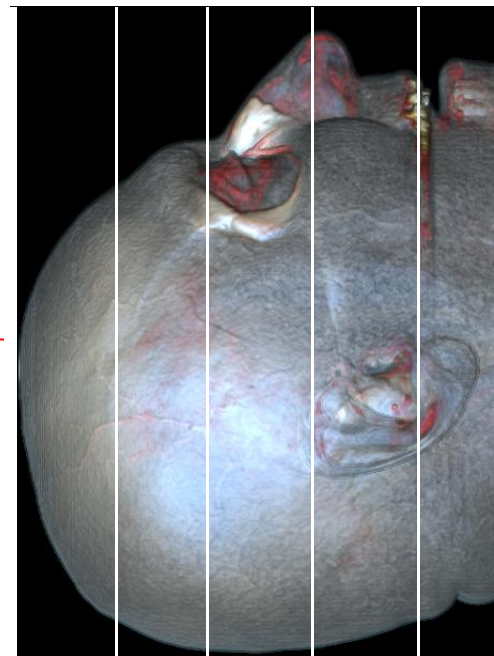
Epaisseur de reconstruction

Reconstruction en mode spirale monocoupe

■ Remarques

- ▶ Incrément de reconstruction

Coupes jointives
incrément = épaisseur coupe



4 mm/ 4 mm

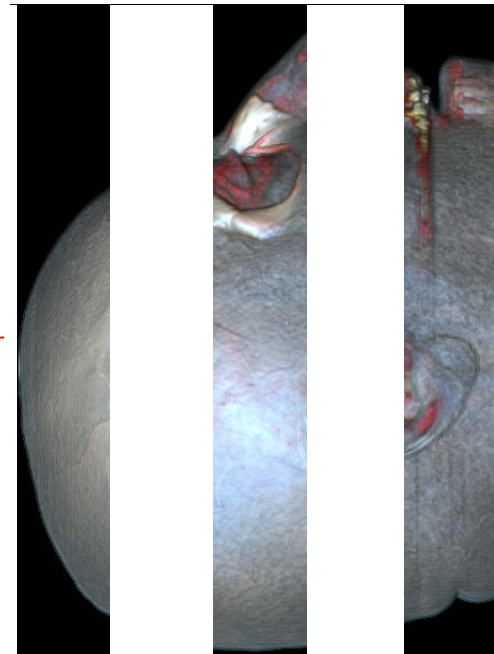
4mm

Reconstruction en mode spirale monocoupe

■ Remarques

- ▶ Incrément de reconstruction

Coupes disjointes
incrément > épaisseur coupe



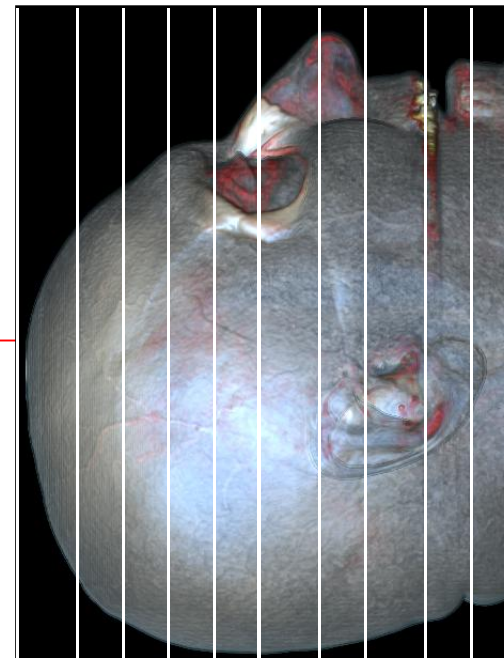
4 mm/ 8 mm

Reconstruction en mode spirale monocoupe

■ Remarques

- ▶ Incrément de reconstruction

Coupes chevauchées
incrément < épaisseur coupe



4 mm/ 2 mm

4mm

Reconstruction en mode spirale monocoupe

■ Remarques

- ▶ Incrément de reconstruction



coupe = 10 mm
Incrément = 10 mm



coupe = 10 mm
Incrément = 5 mm

coupe = 5 mm
Incrément = 5 mm



coupe = 5 mm
Incrément = 2.5 mm



coupe = 1,25 mm
Incrément = 0,7 mm



Reconstruction en mode spiralé monocoupe

■ Remarques

▶ Incrément de reconstruction

- L'incrément est généralement compris entre un demi et un tiers de l'épaisseur de reconstruction de l'image

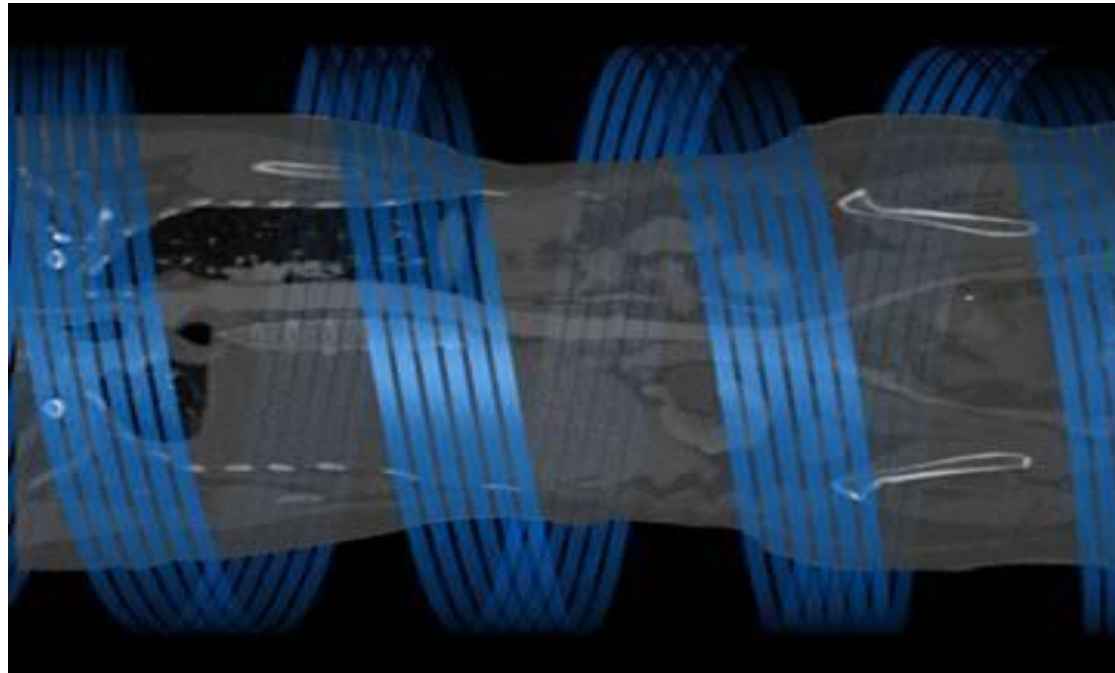
Plan de la présentation

- Rappels sur le scanner
- Détecteurs multicoupes
- Principe de reconstruction en mode séquentiel
- Reconstruction en mode spiralé monocoupe
- **Reconstruction en mode spiralé multicoupes**
- La qualité image
- Choix et contraintes

Reconstruction en mode spiralé multicoupes

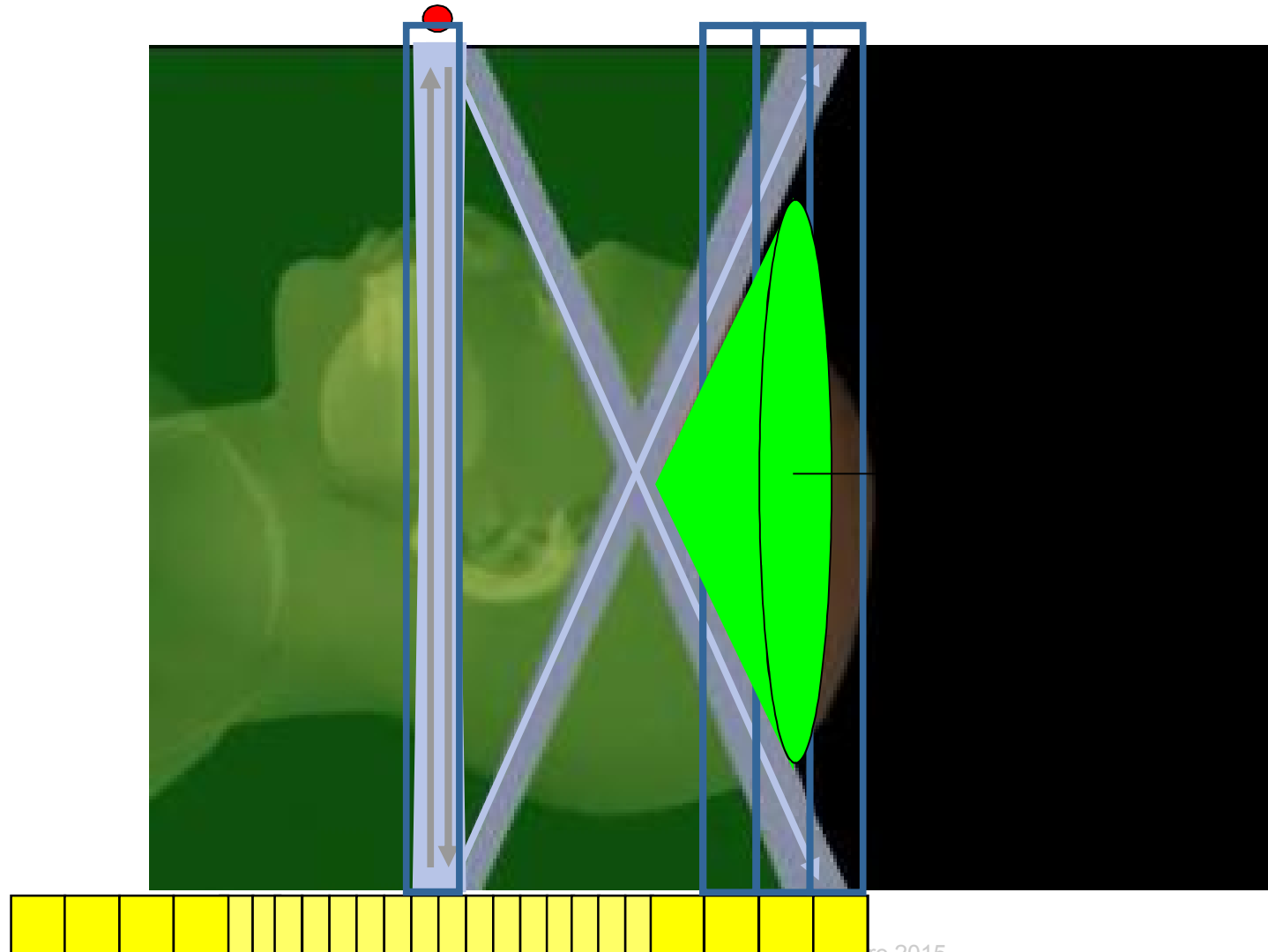
■ Acquisition

- ▶ Balayage réalisé par un 6 coupes



Reconstruction en mode spiralé multicoupes

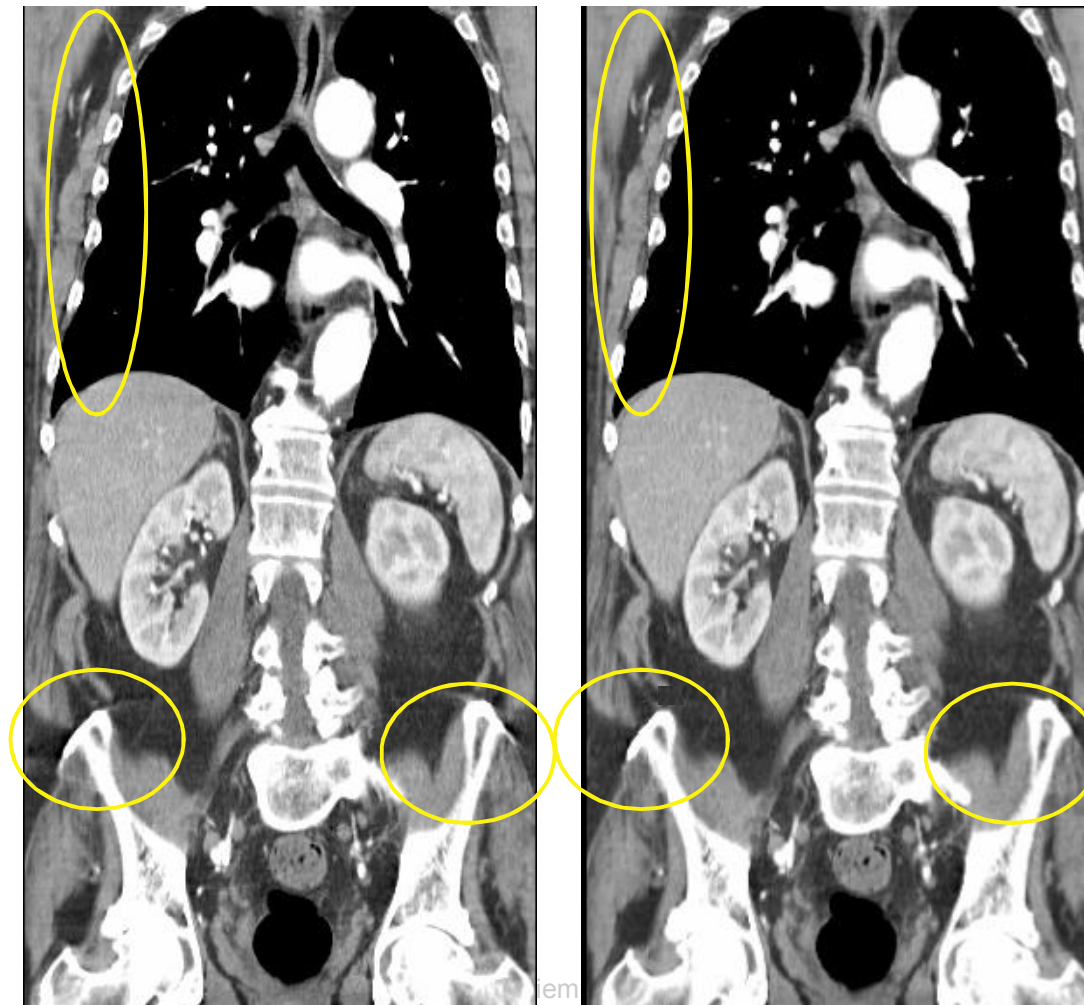
- Effet de cône (cone beam CT)



Reconstruction en mode spiralé multicoupes

■ Effet de cône: les artefacts

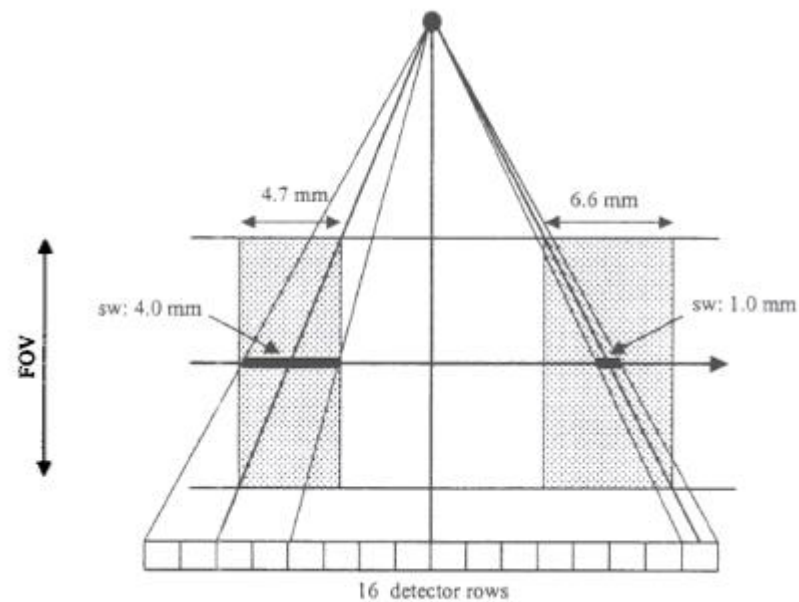
- ▶ Avec artefacts
- ▶ sans artefacts



Reconstruction en mode spiralé multicoupes

■ Effet de cône

- ▶ Influence de l'épaisseur de coupe dans l'effet de cône.



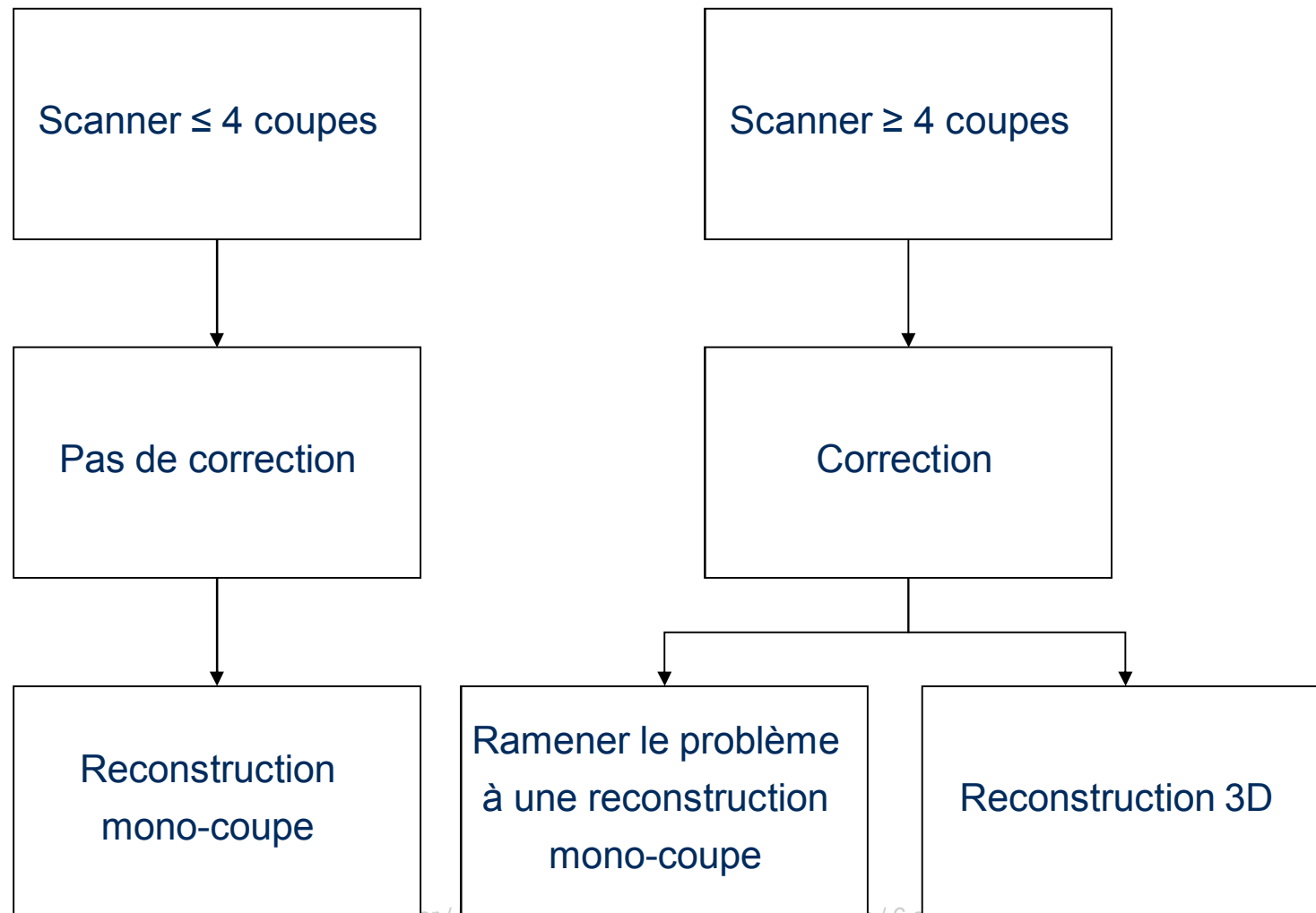
- ▶ Si coupe épaisse à l'extrémité du détecteur (selon l'axe Z), l'effet de cône est négligeable.

Reconstruction en mode spirale multicoupes

- Effet de cône selon les acquisitions
 - ▶ Pour les modes séquentiels, il n'y a pas de correction d'effet de cône: les acquisitions ont lieu avec un nombre réduit de barrettes afin d'éviter les artefacts (12 au lieu de 16).
 - ▶ Pour les scanners faiblement multicoupes ≤ 4 , il n'y a pas de correction. Structure du détecteur asymétrique (coupe large aux extrémités). Cela revient à traiter des données perpendiculaires à l'axe z. Les principes de reconstruction 2D sont appliquées.
 - ▶ Pour les scanners multicoupes >4 , correction de l'effet de cône sauf pour les coupes épaisses où il peut être négligé.

Reconstruction en mode spiralé multicoupes

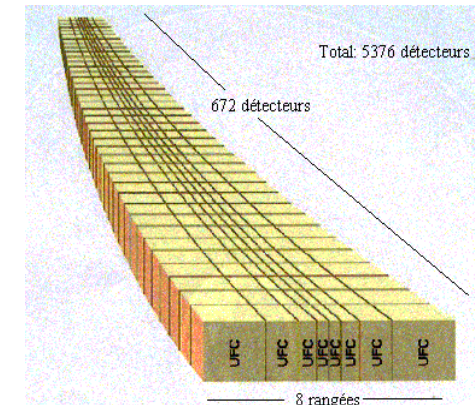
■ Effet de cône selon les acquisitions



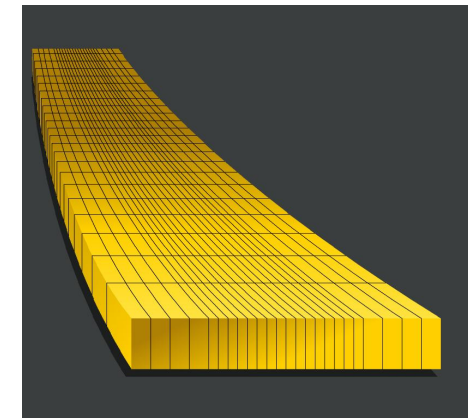
Reconstruction en mode spiralé multicoupes

■ Effet de cône en spirale

- ▶ 4 coupes: pas de correction
- ▶ Taille: 5 - 2,5 - 1,5 - 1 – 1 – 1,5 – 2,5 – 5
- ▶ Recon mini en 4x5mm: 6mm



- ▶ 16 coupes: correction
- ▶ Taille: 4x1,5 – 16x0,75 - 4x1,5
- ▶ Recon mini en 16x1,5mm: 2mm



Plan de la présentation

- Rappels sur le scanner
- Détecteurs multicoupes
- Principe de reconstruction en mode séquentiel
- Reconstruction en mode spiralé monocoupe
- Reconstruction en mode spiralé multicoupes
- **La qualité image**
- Choix et contraintes

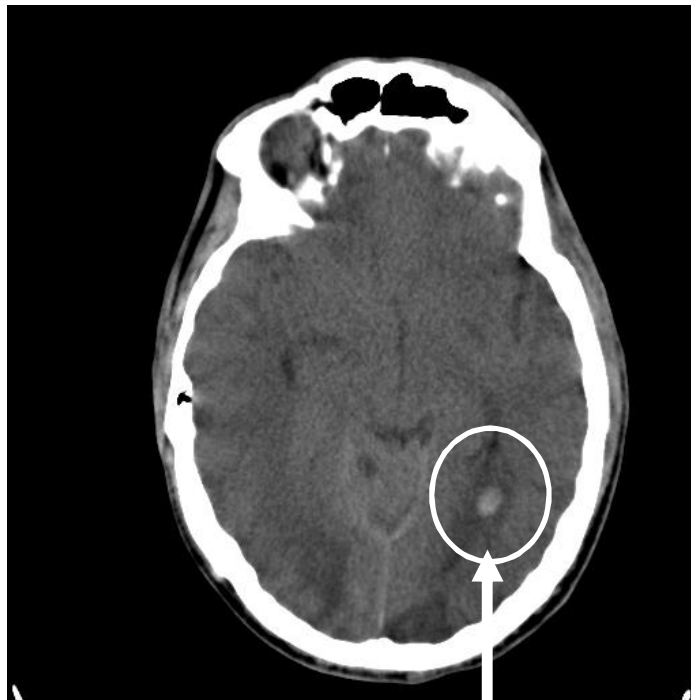
La qualité image

- Résolution en contraste ou résolution à bas contraste et bruit
(*Low contrast resolution, noise*)
- Résolution spatiale ou résolution en haut contraste
- Résolution temporelle

La qualité image

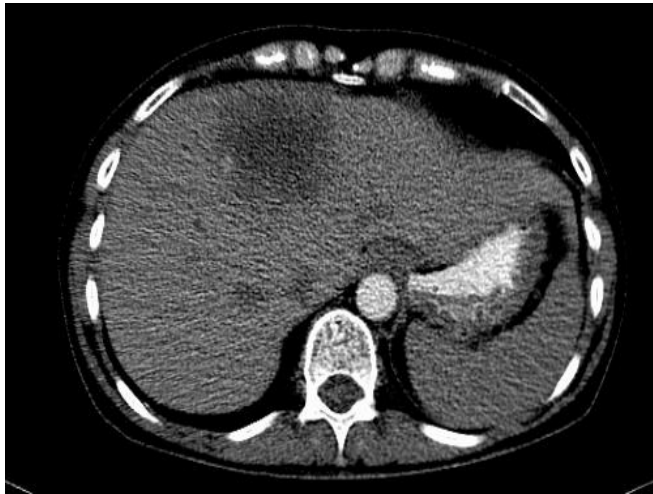
■ Résolution en densité

- ▶ Définition: La plus petite différence de contraste (ou HU) pouvant être discriminée pour des paramètres d'acquisition donnés.
- ▶ Aujourd'hui, elle atteint 1 à 2 HU



La qualité image

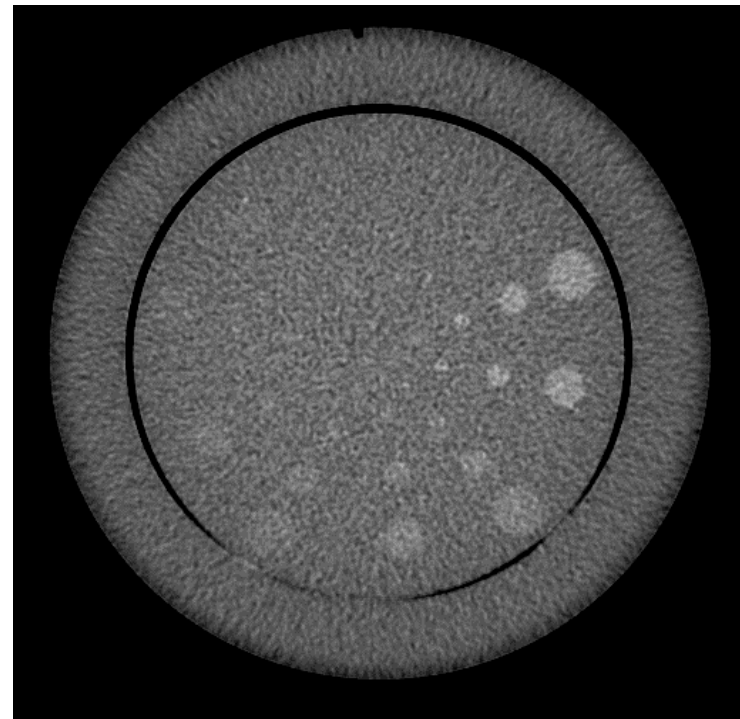
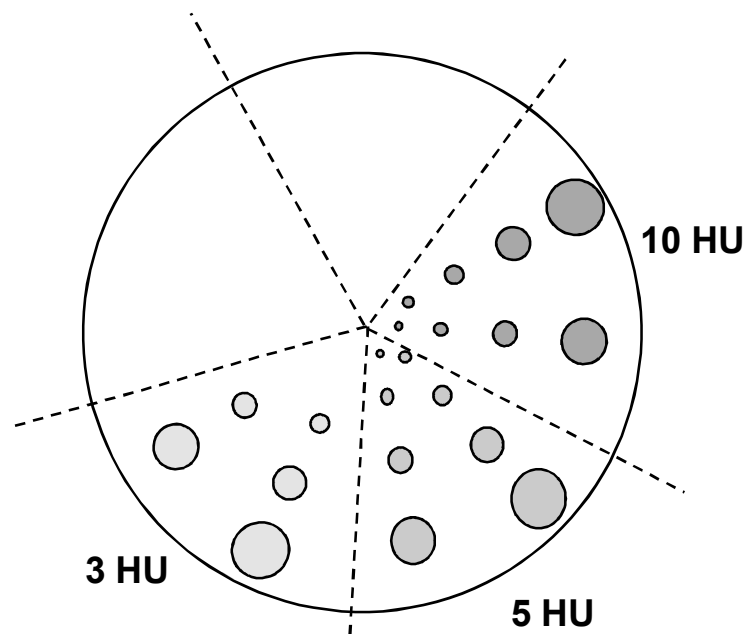
■ Résolution en densité



La qualité image

■ Résolution en densité

- ▶ Evaluation sur fantôme (Catphan 500)
 - LC-module CTP263 of the Catphan (16 cm, 20 cm):
 - Ø des cylindres = 15, 12, 9, 7, 5, 4, 3, 2 mm
 - Niveaux de contraste CT = 10, 5, 3, 1 HU

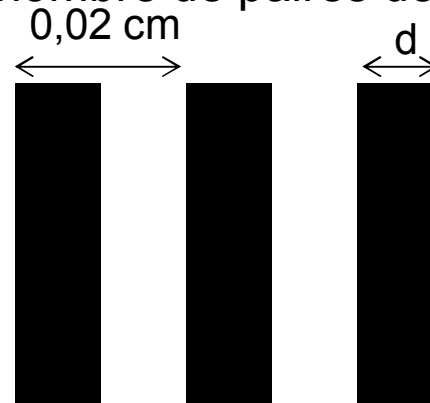


- ▶ Mesure sur gros objet

La qualité image

■ Résolution spatiale / haut contraste (*Spatial resolution*)

- ▶ Définition: La résolution spatiale est la plus petite structure périodique que le scanner peut détecter. En d'autres termes, c'est la distance minimale permettant de distinguer 2 éléments et par extension le plus petit objet observable.
- ▶ Elle s'exprime en nombre de paires de lignes par cm



- ▶ **Nb lp = 1 / 2d** (fréquence spatiale)
- ▶ **Nb lp = 1 / (2 * 0,02) = 25lp/cm**

La qualité image

■ Résolution spatiale

▶ Elle peut être évaluée sur fantôme:

- avec une lecture visuelle (lecteur dépendante)
- une évaluation mathématique (lecteur indépendante)

■ Elle est fournie sous la forme suivante:

▶ Somatom Sensation 64 (Siemens), 160mA /120kV /1s/6x0,6mm /UHR/ Noyau U95u, dans l'air, fil en tungstène de Ø 0,2mm

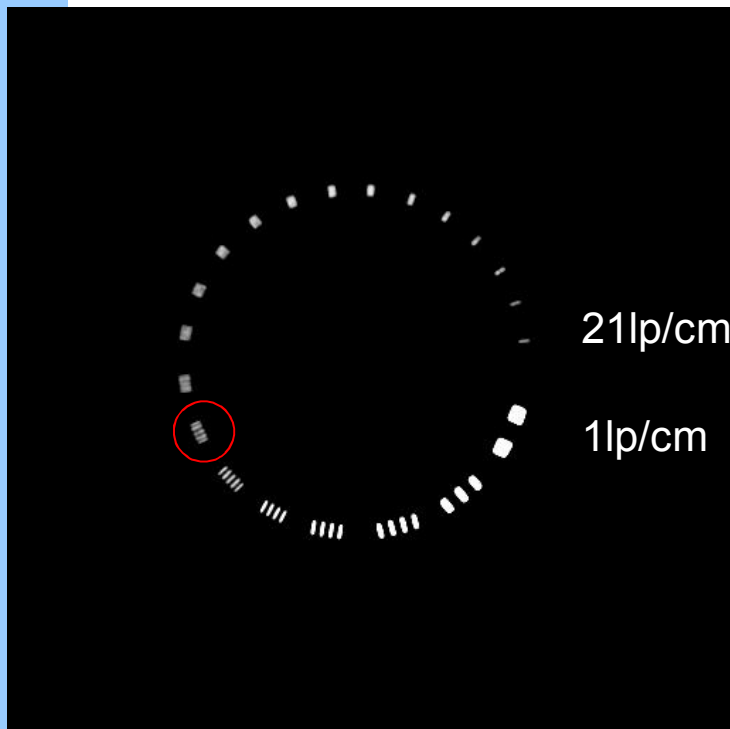
- 30lp/cm (0,17mm) à 0% MTF
- 24,3lp/cm (0,21mm) à 2% MTF

▶ Il est à noter qu'une évaluation clinique s'effectue avec un contraste minimal de 20%.

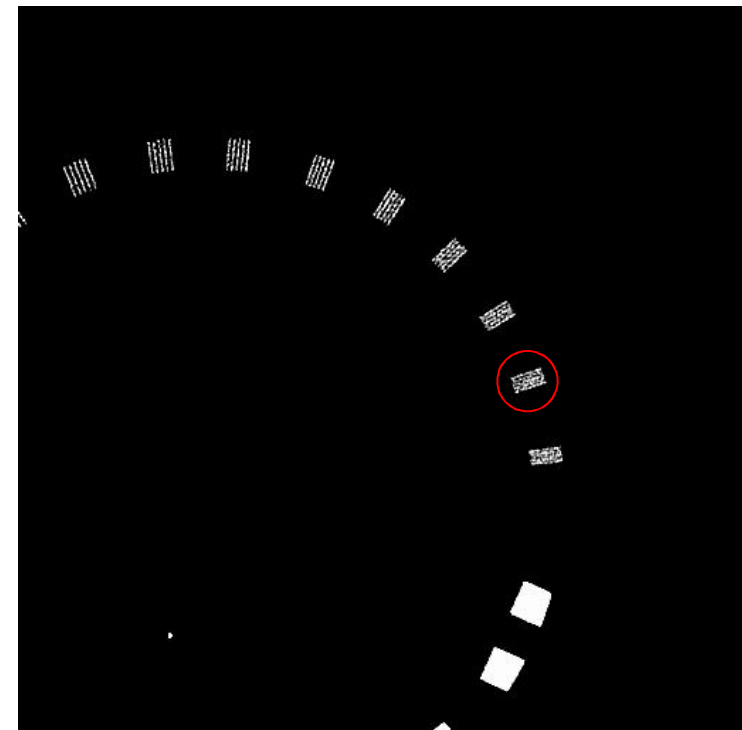
La qualité image

■ Evaluation visuelle de la résolution spatiale

- ▶ Sur fantôme (ex: le Catphan 500)



Filtre mou , FOV = 200 mm , 7 lp /cm



Filtre dur ,FOV = 100 mm , 20 lp /cm

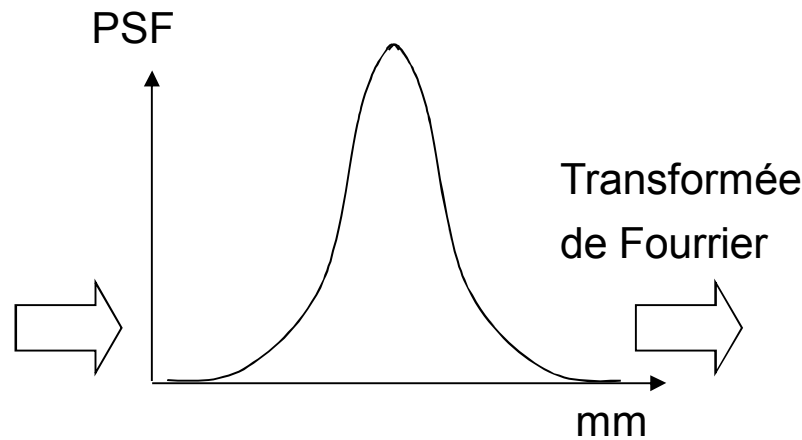
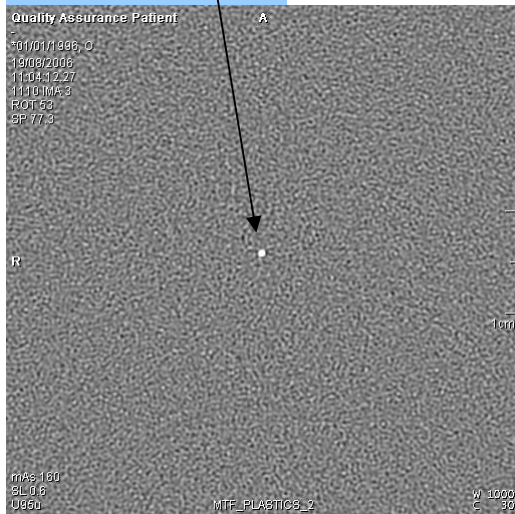
- ▶ Très dépendant du lecteur

La qualité image

■ PSF

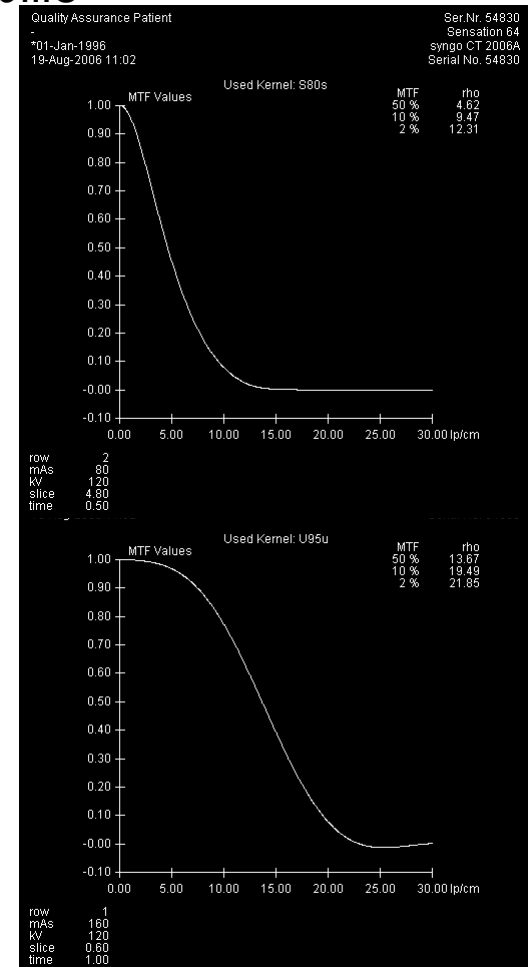
- ▶ Sur un fil perpendiculaire plan de coupe / bille
- ▶ PSF (point spread function) fonction de diffusion de point

Fil



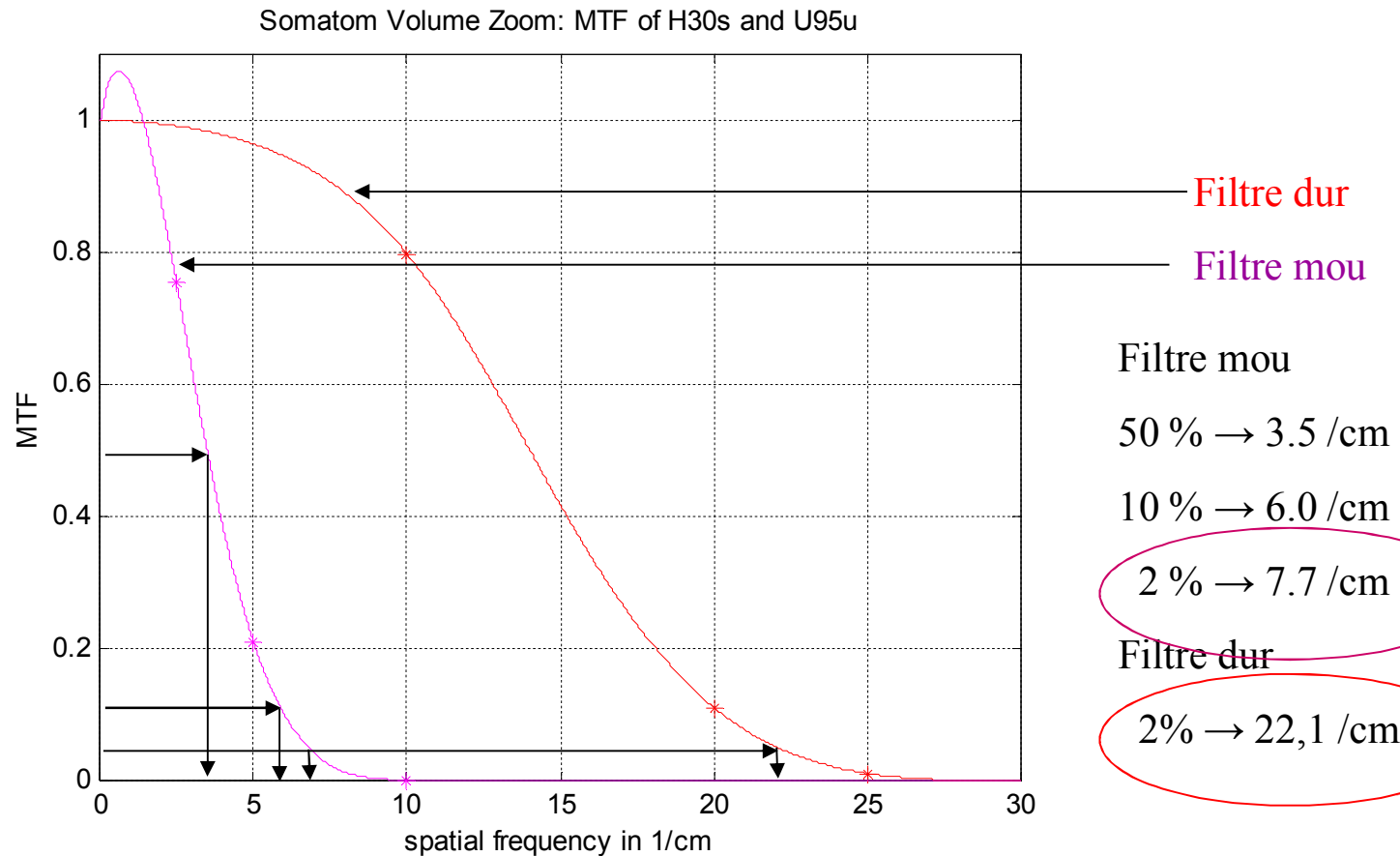
Profil d'atténuation
Domaine spatiale

MTF
Domaine fréquentiel



La qualité image

■ MTF

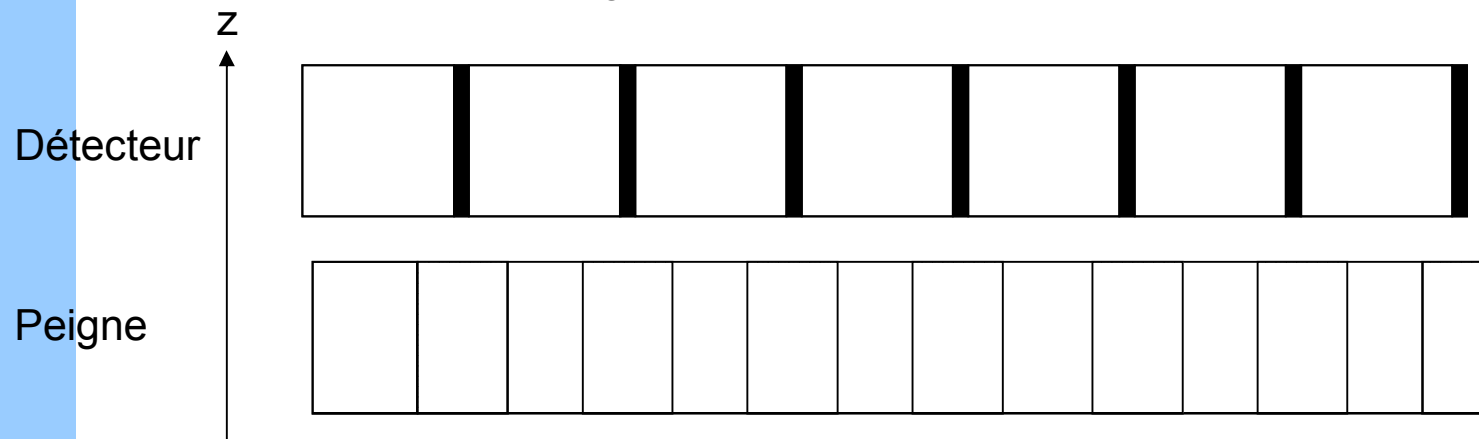


La qualité image

■ Comment améliorer la résolution spatiale?

▶ dans le plan x,y

- Augmenter le nombre de détecteurs pour un même faisceau
 - Diminution physique du détecteur difficile à réaliser (maintient du S/N)
 - Diminution de la taille apparente du détecteur (valable pour les modes "haute résolution" os, oreilles, où le fenêtrage lisse le bruit.

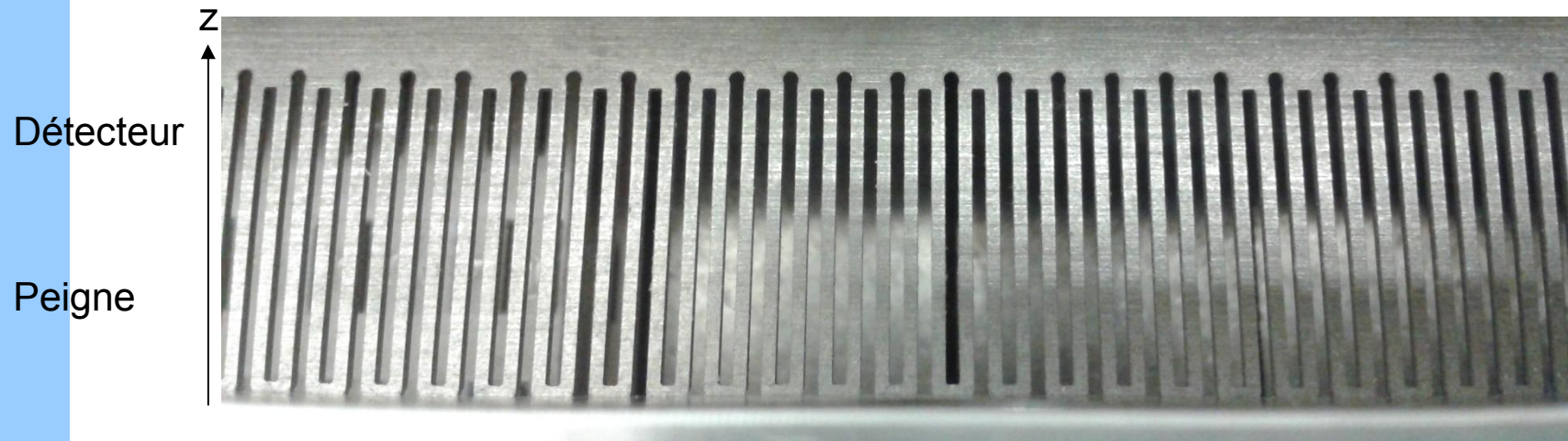


La qualité image

■ Comment améliorer la résolution spatiale?

▶ dans le plan x,y

- Augmenter le nombre de détecteurs pour un même faisceau
 - Diminution physique du détecteur difficile à réaliser (maintient du S/N)
 - Diminution de la taille apparente du détecteur (valable pour les modes "haute résolution" os, oreilles, où le fenêtrage lisse le bruit.



La qualité image

■ Comment améliorer la résolution spatiale?

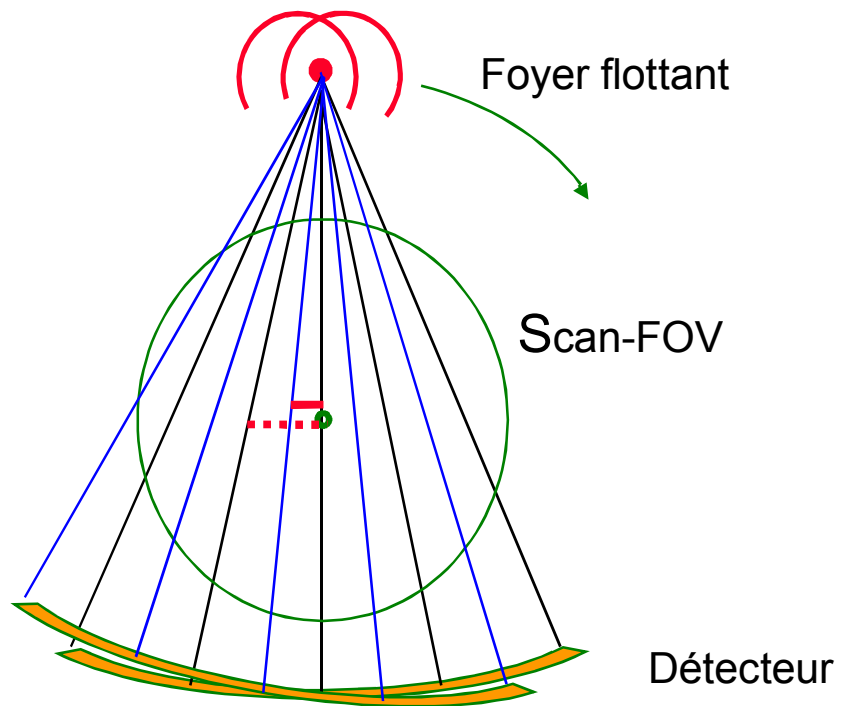
▶ dans le plan x,y

- Augmenter le nombre de détecteurs pour un même faisceau
 - Diminution physique du détecteur difficile à réaliser (maintient du S/N)
 - Diminution de la taille apparente du détecteur (valable pour les modes "haute résolution" os, oreilles, où le fenêtrage lisse le bruit.
- Augmenter le nombre de projection
 - Techniquement difficile car les temps de rotation ↘
- Augmenter virtuellement le nombre de détecteurs
 - Utilisation du foyer flottant

La qualité image

■ Comment améliorer la résolution spatiale?

- ▶ Le foyer flottant = doublement du nombre de projections

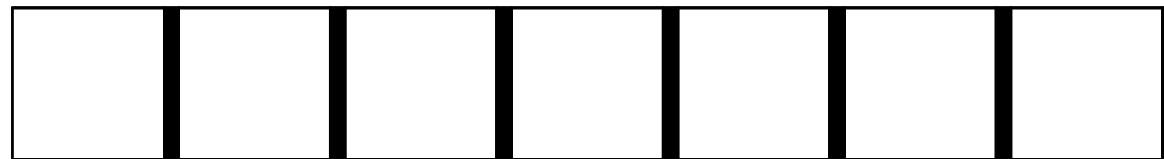


La qualité image

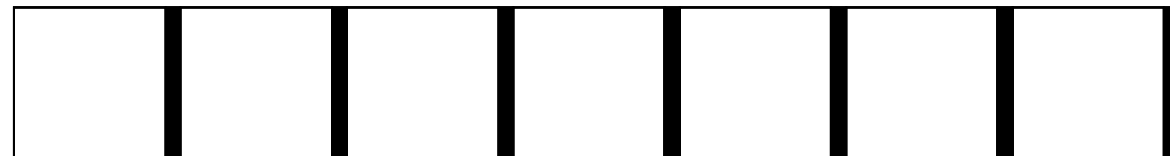
■ Comment améliorer la résolution spatiale?

► Le foyer flottant dans le plan x,y

- Projection n ; angle α



- Projection n+1 ; angle $\alpha+1$



- Détecteur équivalent par entrelaçage des données

La qualité image

■ Comment améliorer la résolution spatiale?

▶ dans l'axe z

- Augmenter le nombre de détecteurs pour un même faisceau
 - Diminution physique du détecteur difficile à réaliser (maintient du S/N)
 - Diminution de la taille apparente du détecteur (valable pour les modes haute résolution os, oreilles, où le fenêtrage lisse le bruit.
 - » Mais S/N ↘

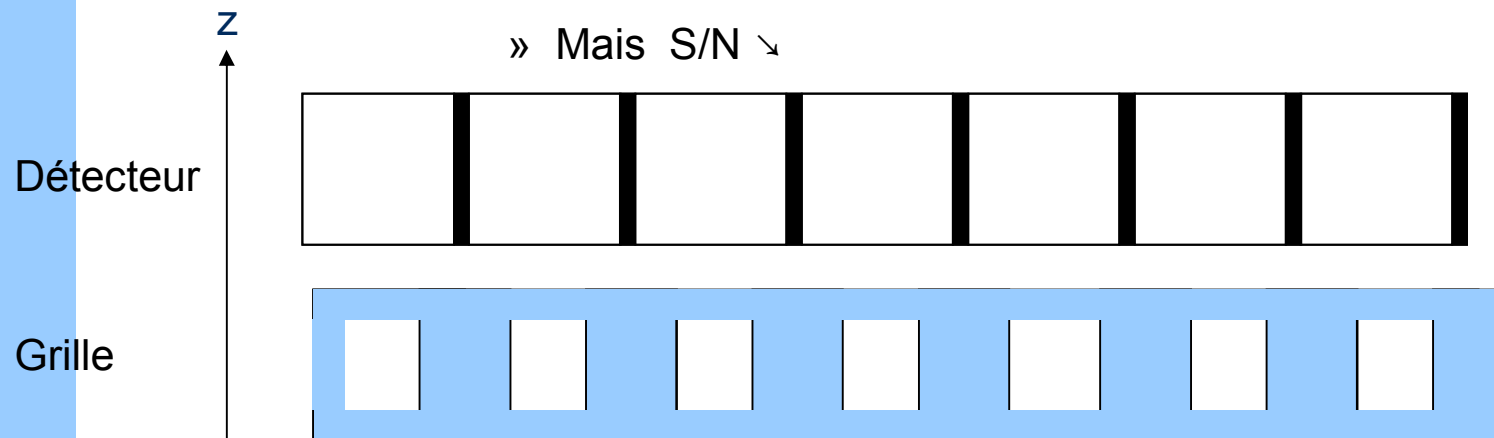
La qualité image

■ Comment améliorer la résolution spatiale?

▶ dans l'axe z

- Augmenter le nombre de détecteurs pour un même faisceau
 - Diminution physique du détecteur difficile à réaliser (maintient du S/N)
 - Diminution de la taille apparente du détecteur (valable pour les modes haute résolution os, oreilles, où le fenêtrage lisse le bruit.

» Mais S/N ↓



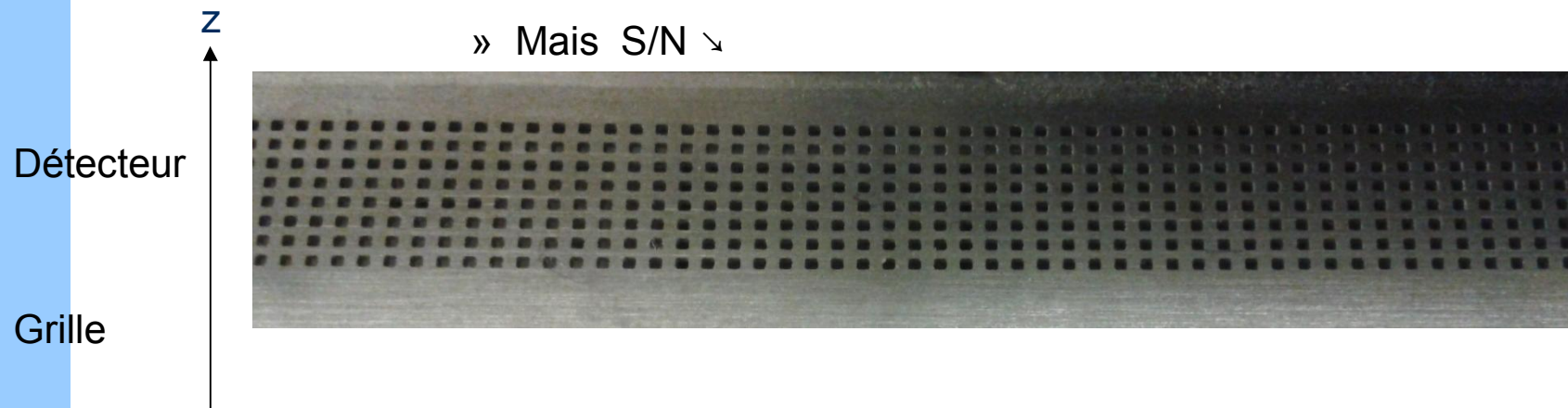
La qualité image

■ Comment améliorer la résolution spatiale?

▶ dans l'axe z

- Augmenter le nombre de détecteurs pour un même faisceau
 - Diminution physique du détecteur difficile à réaliser (maintient du S/N)
 - Diminution de la taille apparente du détecteur (valable pour les modes haute résolution os, oreilles, où le fenêtrage lisse le bruit.

» Mais S/N ↓



La qualité image

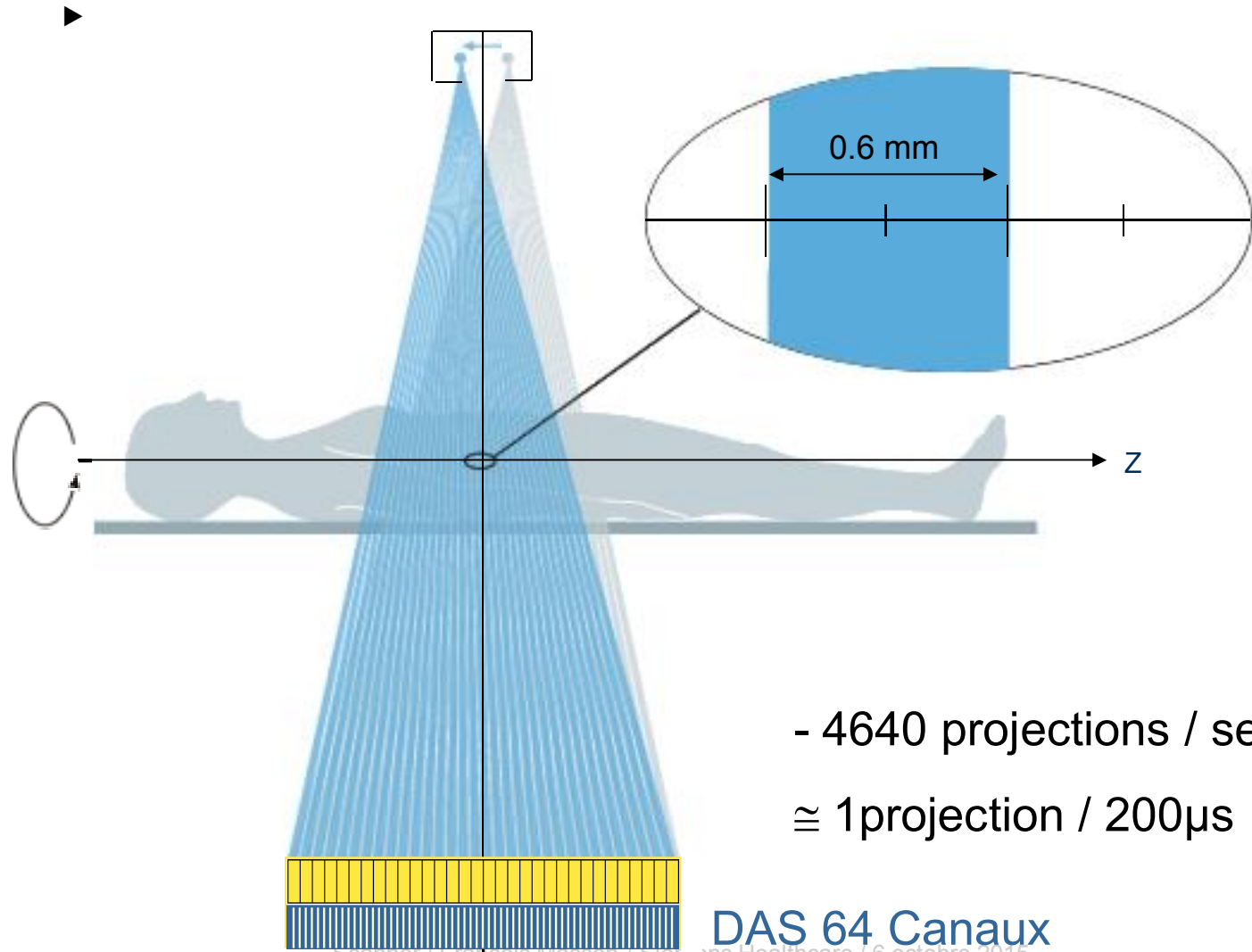
■ Comment améliorer la résolution spatiale?

▶ dans l'axe z

- Augmenter le nombre de détecteurs pour un même faisceau
 - Diminution physique du détecteur difficile à réaliser (maintient du s/n)
 - Diminution de la taille apparente du détecteur (valable pour les modes haute résolution os, oreilles, où le fenêtrage lisse le bruit.
 - » Mais S/N ↘
- Augmenter le nombre de projection
 - Techniquement difficile car les temps de rotation ↘
- Augmenter virtuellement le nombre de détecteurs
 - Utilisation du foyer flottant selon z

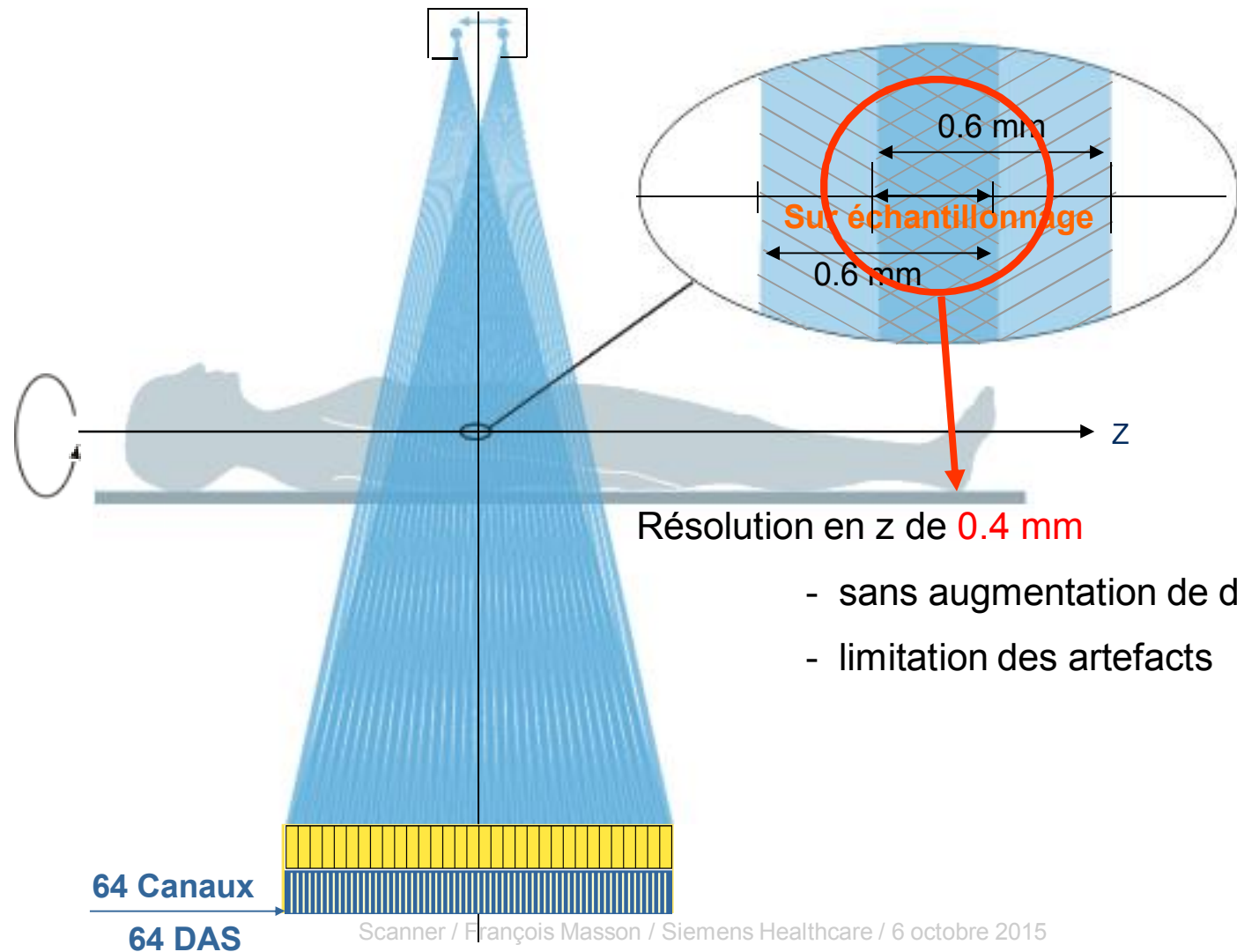
La qualité image

■ Comment améliorer la résolution spatiale?



La qualité image

■ Comment améliorer la résolution spatiale?



La qualité image

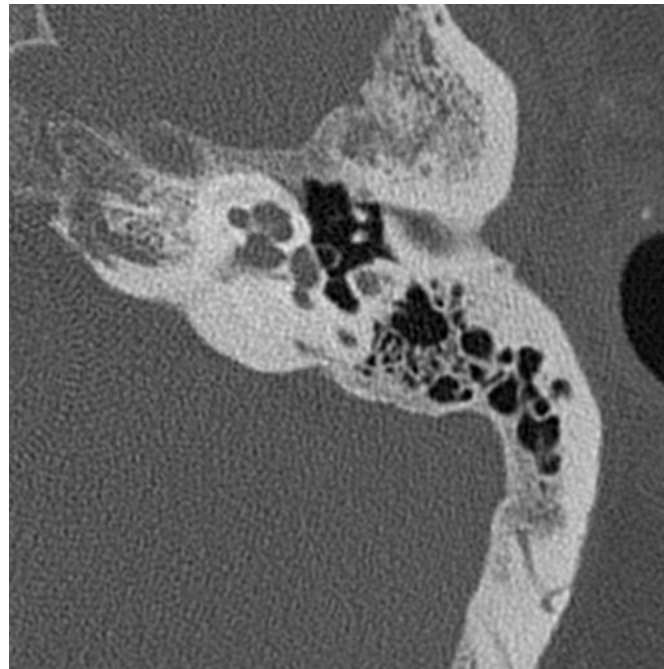
- Comment améliorer la résolution spatiale?
 - ▶ Avec l'utilisation du foyer flottant le nombre de coupes, c'est-à-dire le nombre des jeux de données brutes par tour est différent du nombre de barrettes

 - ▶ Exemple
 - Scanner 64 barrettes sans foyer flottant ~ 64 coupes / tour
 - Scanner 64 barrettes avec foyer flottant ~ 128 coupes / tour

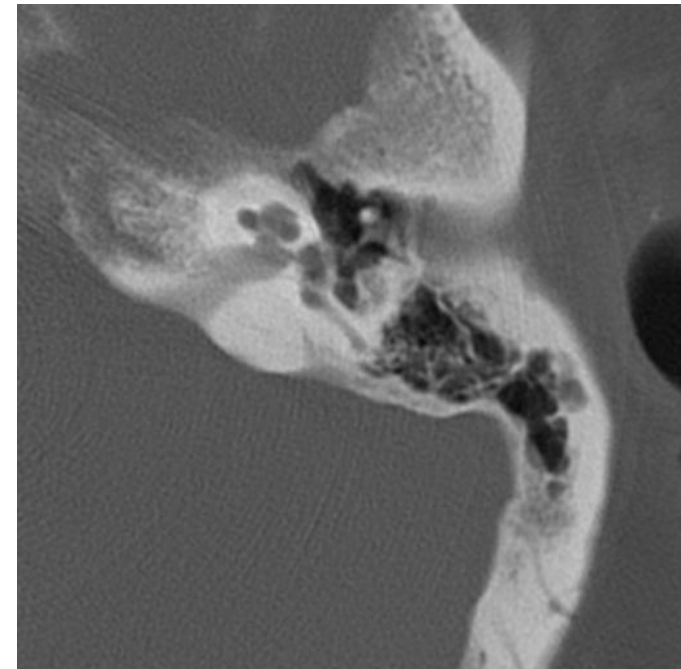
La qualité image

■ Résolution spatiale

▶ collimation et épaisseur de reconstruction



▶ 0,6mm



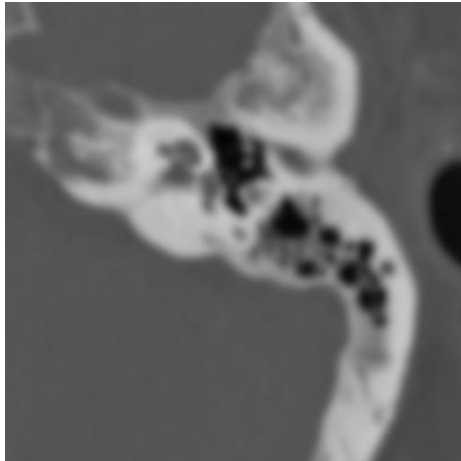
4mm

▶ Réduire la collimation et l'épaisseur de reconstruction

La qualité image

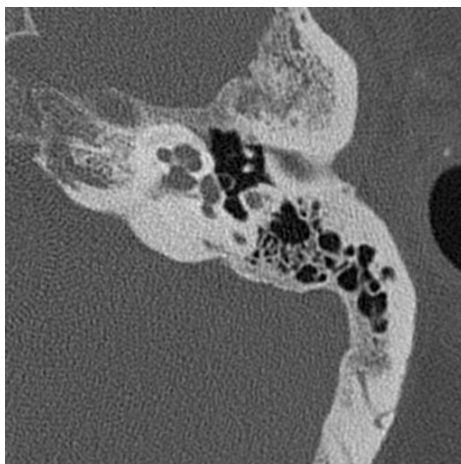
■ Résolution spatiale

▶ Filtre de convolution



Filtre mou

Choisir un filtre haute résolution

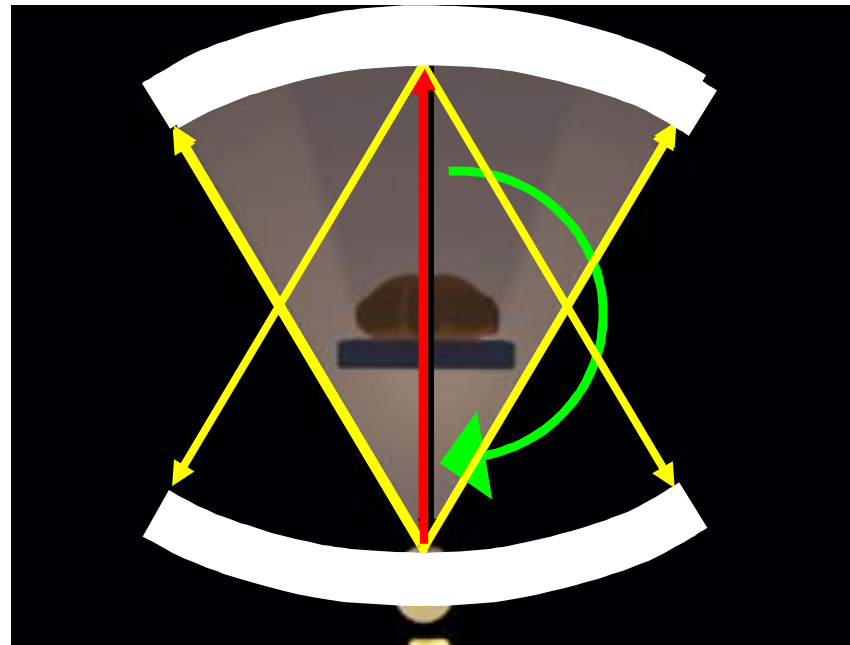


Filtre très dur/osseux

La qualité image

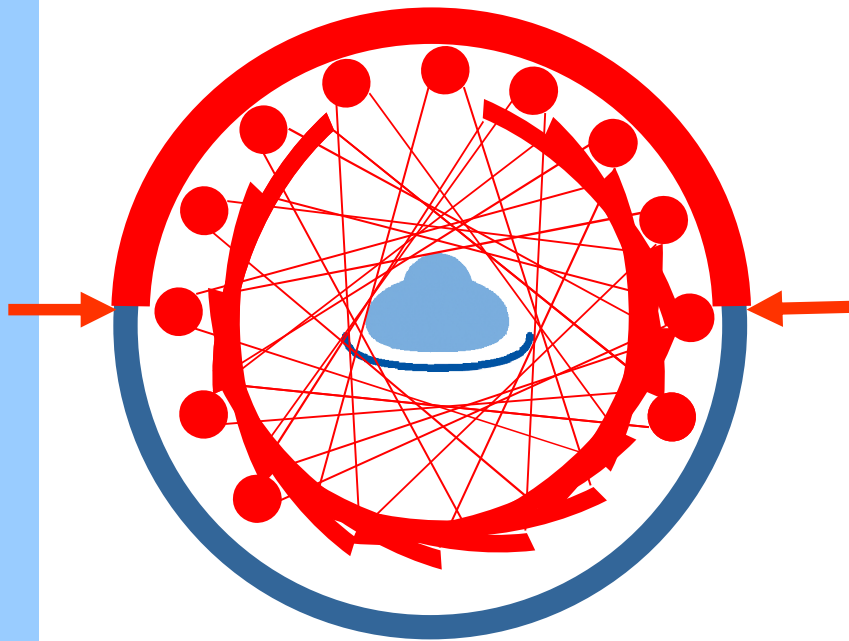
■ La résolution temporelle

- ▶ Définition: durée séparant la première et la dernière donnée utilisées pour reconstruire l'image
- ▶ En scanner, elle est donnée pour un demi-tour de rotation (isocentre)



La qualité image

■ La résolution temporelle



Resolution temporelle =

$$\frac{\text{Temps de rot}}{2} = \frac{250 \text{ ms}}{2}$$

$$= 125 \text{ ms}$$

La qualité image

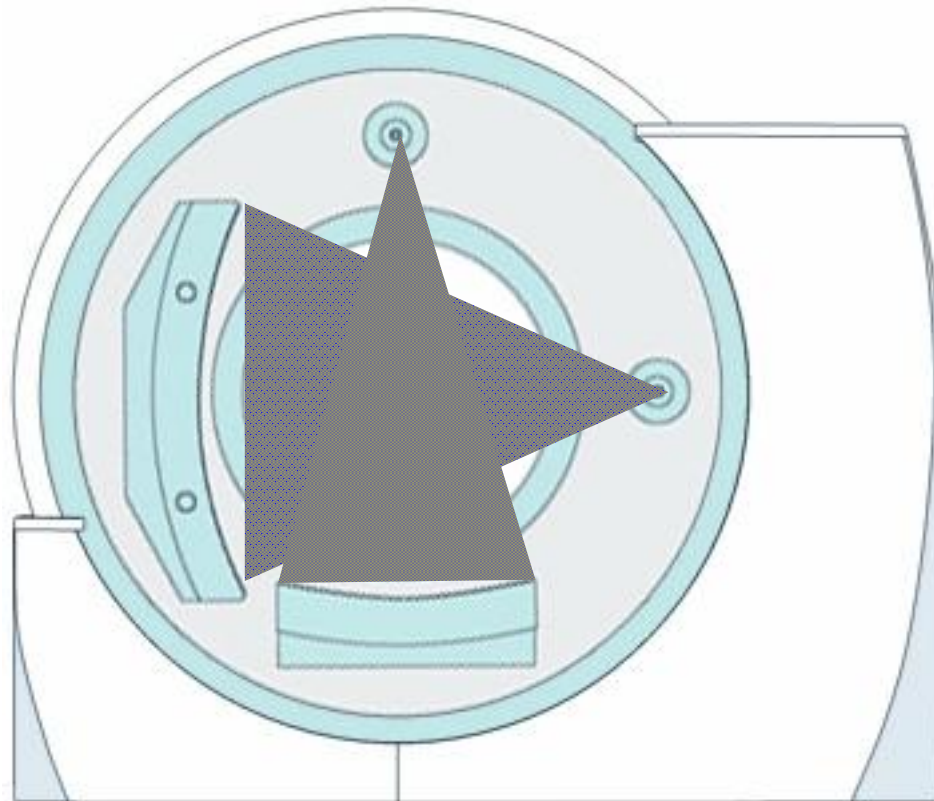
■ La résolution temporelle

- ▶ Augmenter la résolution temporelle, la vitesse de rotation peut-être accrue mais des limitations mécaniques apparaissent.
- ▶ Partie rotative (1000kg) tournant à 330ms par tour présente une accélération de 22G en périphérie.

La qualité image

■ La résolution temporelle

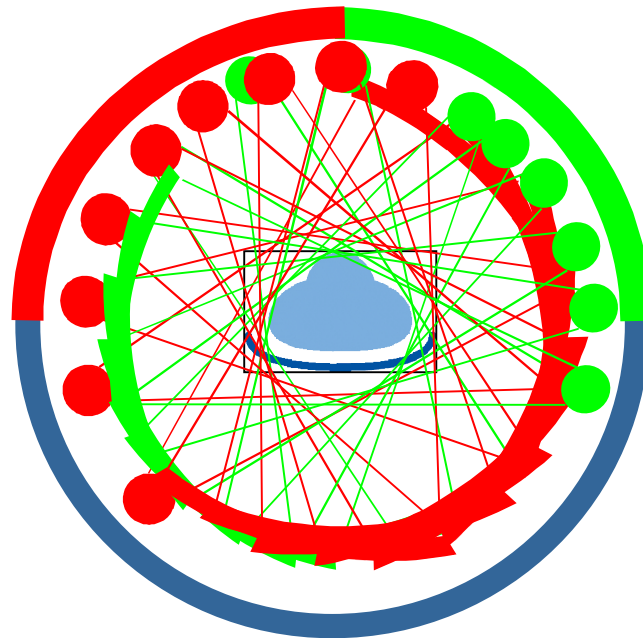
- ▶ Comment toujours utiliser la meilleure résolution temporelle?
 - Machine bitube; Sensation Definition DS – Flash (Siemens)



La qualité image

■ La résolution temporelle

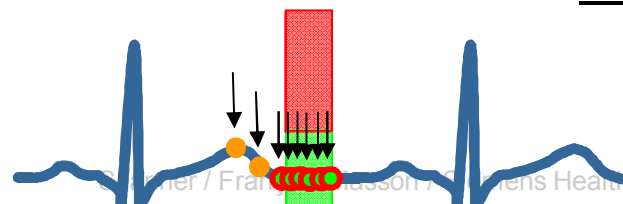
- ▶ Comment toujours utiliser la meilleure résolution temporelle?
 - Machine bitube



Résolution Temporelle =

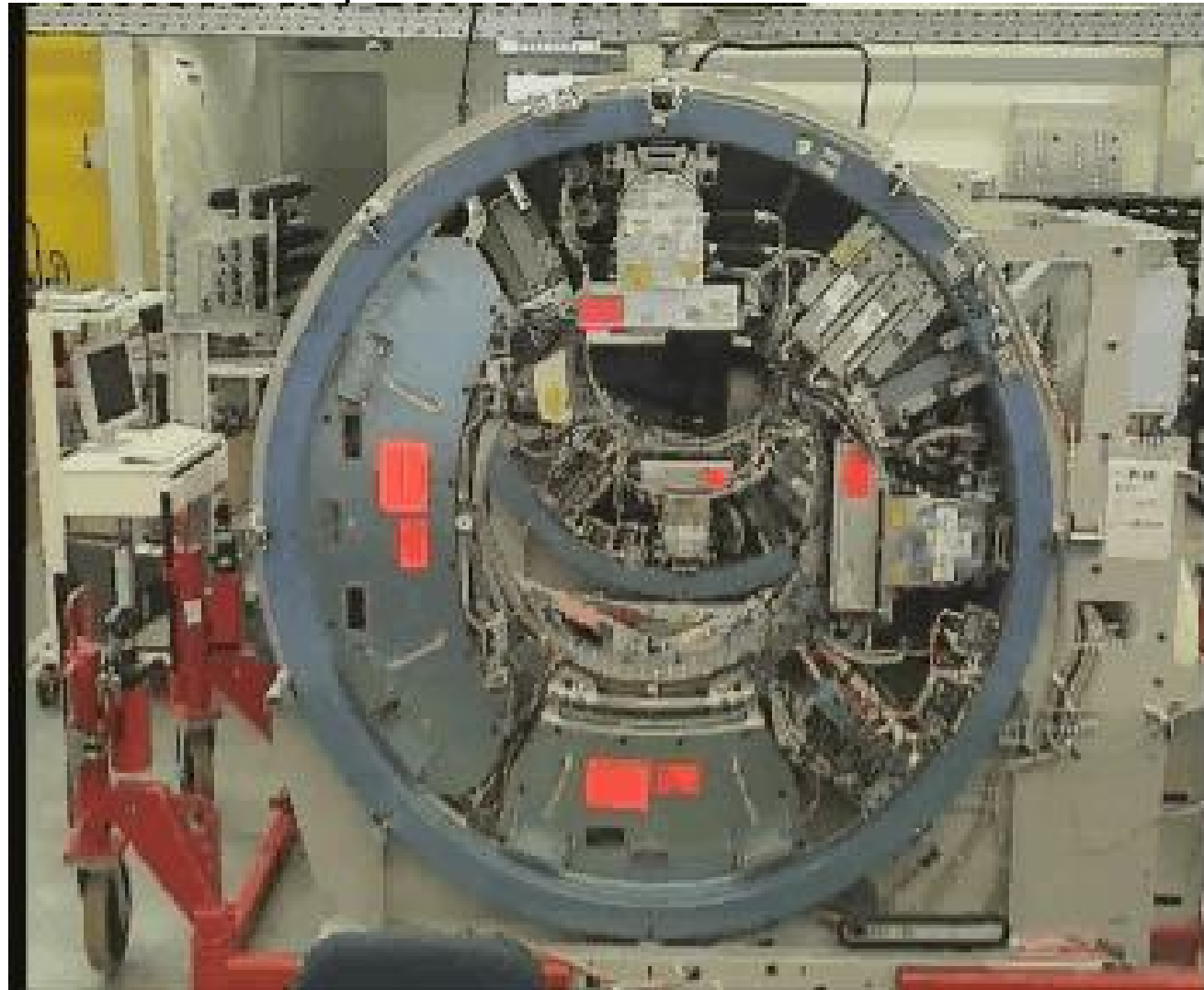
$$\frac{\text{Tps de Rot}}{4} = \frac{250 \text{ ms}}{4}$$

~ **66 ms**



La qualité image

■ La résolution temporelle



Plan de la présentation

- Rappels sur le scanner
- Détecteurs multicoupes
- Principe de reconstruction en mode séquentiel
- Reconstruction en mode spiralé monocoupe
- Reconstruction en mode spiralé multicoupes
- La qualité image
- **Choix et contraintes**
- Manipulations d'images

Choix et contraintes

■ Critères de choix

- ▶ Financiers
- ▶ Utilisation et irradiation (patient)
- ▶ Techniques (Qualité image, puissance...)
- ▶ Contraintes d'environnements
- ▶ Assistance, suivi, mise à jour, etc.

Choix et contraintes

■ Critères financiers

- ▶ Prix d'achats (montage financier)
 - 300k€ - 1500k€
- ▶ Continuité de fonctionnement (location)
- ▶ Coûts d'installation (travaux, aménagements et contraintes)
- ▶ Coût de fonctionnement (maintenance, électricité, eau...)
 - Certains scanners intègre des dispositifs de réduction de consommation électrique.

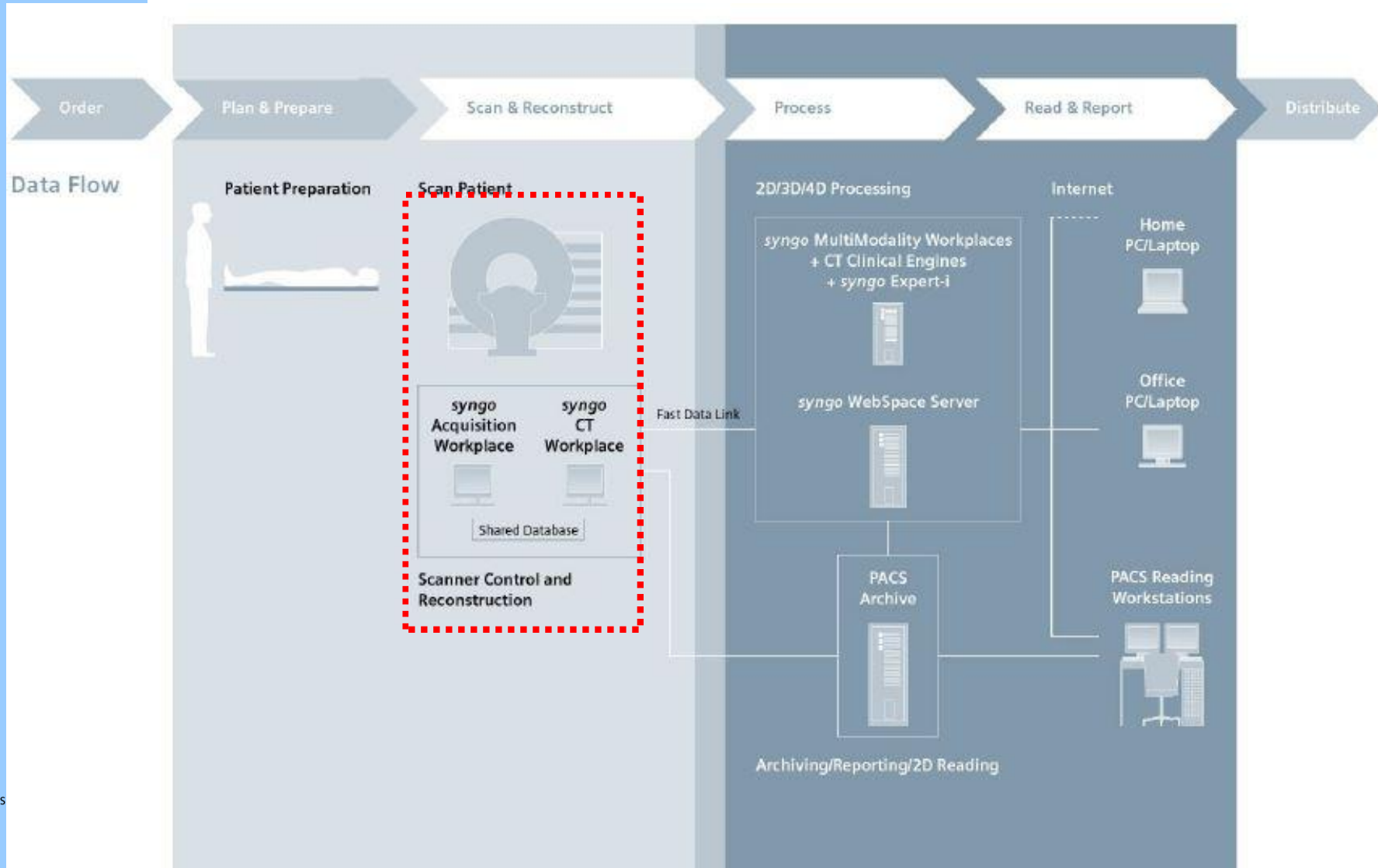


- ▶ Contrat de maintenance / suivi
- ▶ Mise à jour du matériel, des logiciels achetés et à venir
- ▶ Reprise éventuelle d'un appareil existant



Choix et contraintes

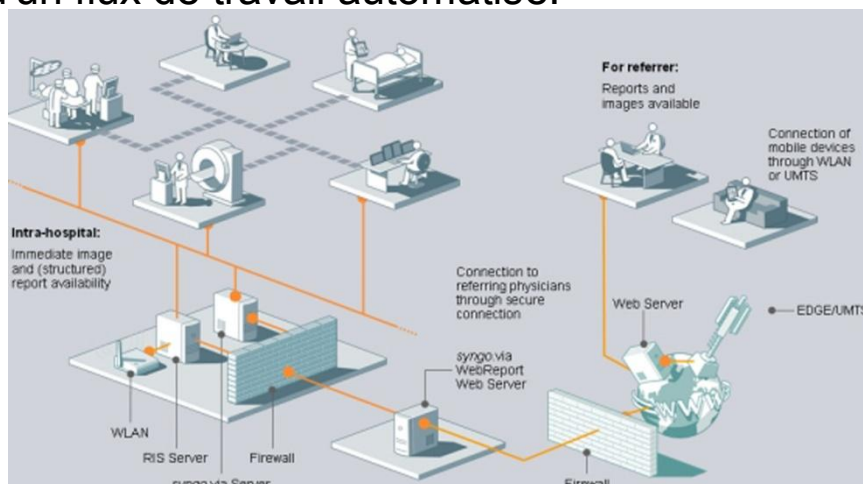
■ Utilisation



Choix et contraintes

■ Utilisation

- ▶ Réponse aux besoins médicaux.
- ▶ Adéquation entre le système et le fonctionnement du service.
- ▶ Intégration dans le système informatique environnants (DICOM, Worklist, RIS, MPPS, archivage...).
- ▶ Programmes de post-traitement proposés.
 - Différenciation achat du système d'acquisition et de traitement des images)
- ▶ Temps de traitement de l'image.
- ▶ Plateforme commune inter-modalités, serveur d'applications (Syngo-via).
Définition d'un flux de travail automatisé.



Choix et contraintes

■ Irradiation

▶ Respect des Niveaux de Référence Diagnostiques

EXAMEN	IDSV EN mGy	PDL EN mGy
Encéphale	65	1 050
Thorax	15	475
Thorax-abdomen-pelvis	20	1 000
Abdomen-pelvis	17	800
Rachis lombaire	45	700

▶ Moyens de réduction de dose proposés

- A l'acquisition (modulation, adaptation, collimateurs dynamiques, etc.)

▶ Evaluation de la dose reçue par le patient.

```

26-Feb-2007 10:31
Service:
Médecin praticien:
Opérateur:

mAs total 3009   PDL total 653

          Scan   KV   mAs / réf.   CTDIvol   PDL   TI   cSL
position du patient F-SP
Topogramme      1   130
Abdo_Pel siv    2   130   49 / 95   5.91   178   0.6   1.2
Abdo_Pel art    3   130   49 / 95   5.91   177   0.6   1.2
Abd_Pel veineu  4   130   59 / 95   7.07   298   0.6   1.2
  
```

Choix et contraintes

■ Critères techniques

- ▶ Résolution spatiale
- ▶ Résolution en contraste
- ▶ Résolution temporelle
- ▶ Rapidité d'acquisition
- ▶ Etc....

- ▶ Le choix doit s'effectuer de façon global

- ▶ [Questionnaire technique](#)
 - Remarque « Acquisition / A83 / RAM

Choix et contraintes

■ Contraintes d'environnements

- ▶ Savoir s'il est possible d'installer un matériel (statif)



- ▶ 5,5m x 3,5m x 2,2m
- ▶ 1,2T

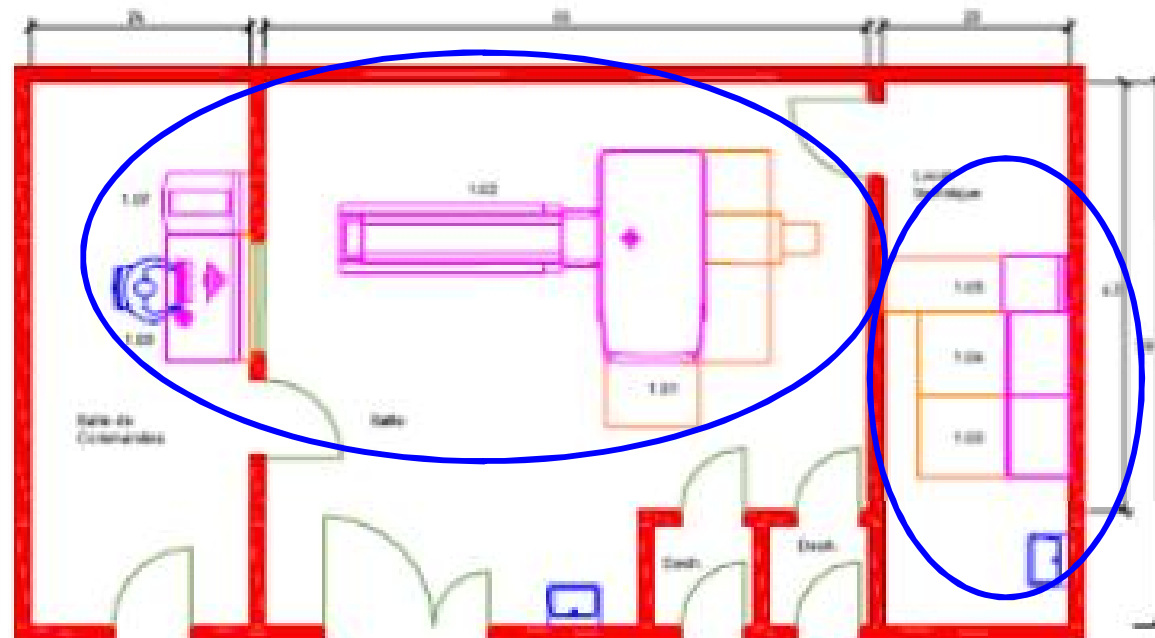


- ▶ 6,5m x 3,75m x 2,3m
- ▶ 2,6T

Choix et contraintes

■ Contraintes d'environnements

- ▶ Savoir s'il est possible d'installer un matériel (armoires annexes)



Choix et contraintes

■ Contraintes d'environnements

▶ Poids (résistance des bâtiments)

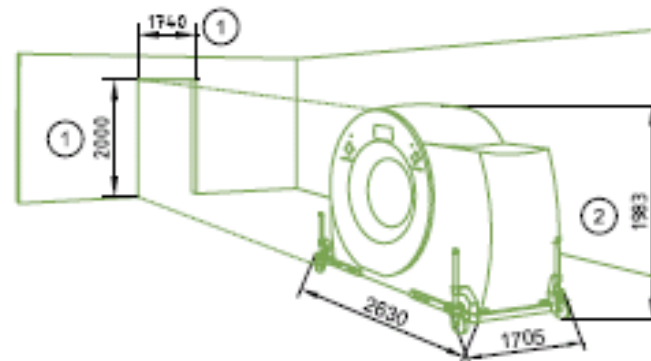
- Sur le site d'installation
- Sur les sites de passage

Choix et contraintes

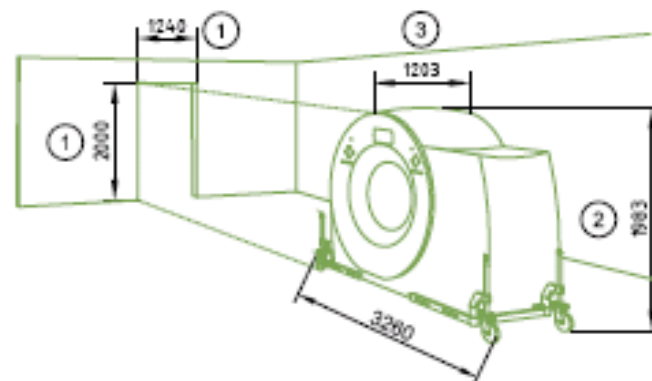
■ Contraintes d'environnements

- ▶ Encombrement (y compris passage livraison)

Transport standard Appareil de transport et roulettes vers l'extérieur.



Transport dans passages étroits Appareil de transport et roulettes vers l'intérieur.



Choix et contraintes

■ Contraintes d'environnements

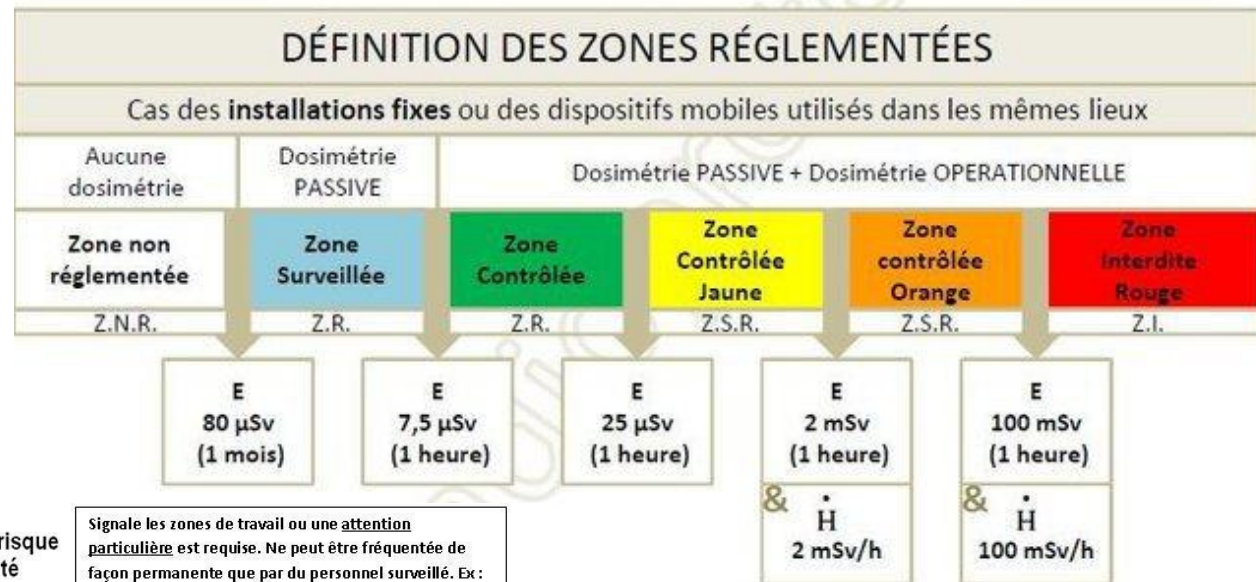
▶ Livraison



Choix et contraintes

■ Contraintes d'environnements

- Protection contre les rayonnements (murs, portes, vitres, sol, plafond)



Zone à risque limité

Signale les zones de travail ou une attention particulière est requise. Ne peut être fréquentée de façon permanente que par du personnel surveillé. Ex : salles de commande

Zones à risque

Signale les zones de travail ou des habitudes particulières sont requises et ou la surveillance du personnel est accentuée. Zone faisant l'objet de contrôle particuliers renforcés. Ex : zone autour d'une table radio pendant son utilisation, salle scanner

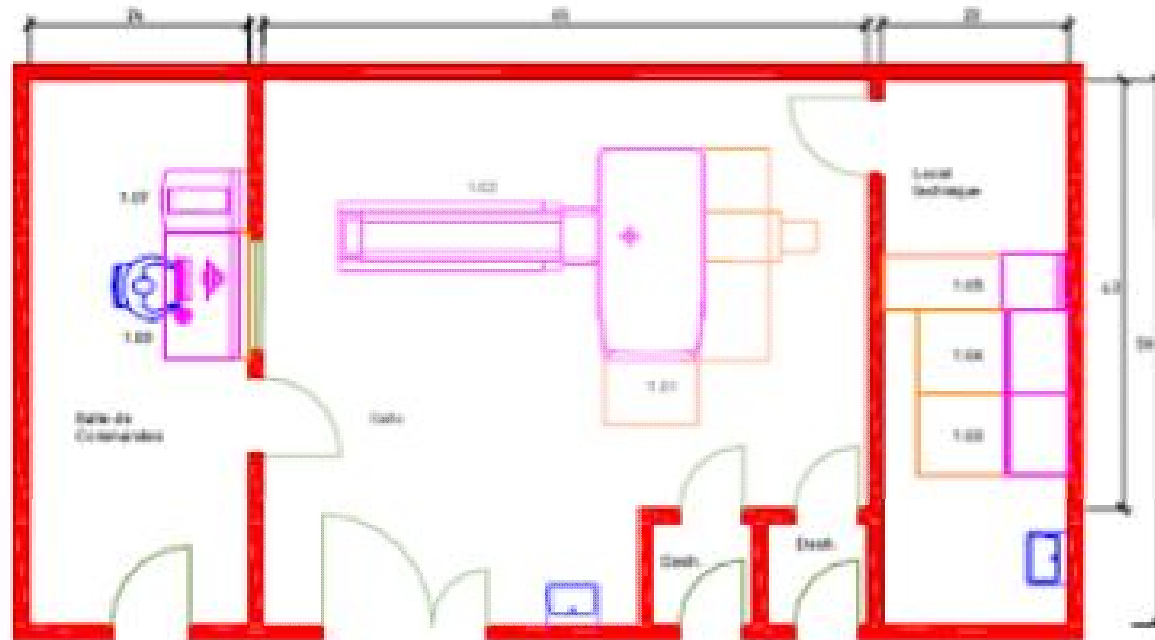
Zones interdites

Signale les zones qui ne doivent pas être fréquenté lorsqu'il y a émission de rayonnements. Ex : salle de radiothérapie pendant le traitement

Choix et contraintes

■ Contraintes d'environnements

- ▶ Protection contre les rayonnements (murs, portes, vitres, sol, plafond)



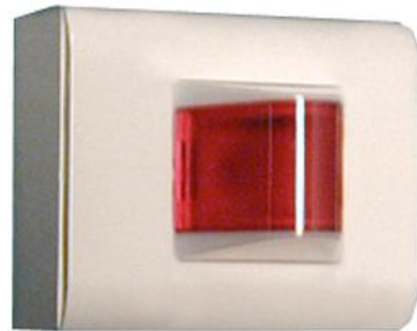
- ▶ Contrôle par un organisme externe

Choix et contraintes

■ Contraintes d'environnements

► Protection contre les rayonnements

- Affichage
- Voyants



ZONE REGLEMEENTEE
REGLEMENT DANS LA ZONE REGLEMEENTEE
Par intermittence de 10s à 10s
SCANNER

Regarder le Voyant Lumineux Avant d'entrer dans la salle.
Voyant rouge = générateur sous tension
=> Zone réglementée (zone surveillée gris bleu)
Voyant blanc = émission de rayonnement en cours
=> Zone spécialement réglementée intermittente (zone jaune)
Port obligatoire du dosimètre RPL et du Dosimètre opérationnel
Voyants éteints = générateur hors tension
=> zone publique

ZONE INTERMITTENTE
(Décret n° 2008-244 du 7 mars 2008 et Arrêté du 15 mai 2006)

<p>ZONE SPECIALEMENT REGLEMEENTEE (jaune)</p> <p>ZONE CONTRÔLÉE (ZONE SPECIALEMENT REGLEMEENTÉE)</p> <p>Accès Réglementé</p> <p>Décret 2008-244 du 7 mars 2008 (liste des travaux) Arrêté du 15 mai 2006</p> <p>Porte fermée lumière rouge allumée : Générateur allumé Émission de Rayons X : Lumière blanche allumée</p>	<p>ZONE SURVEILLEE (grise)</p> <p>ZONE SURVEILLÉE</p> <p>Accès Réglementé</p> <p>Décret 2008-244 du 7 mars 2008 (liste des travaux) Arrêté du 15 mai 2006</p> <p>Hors émission de Rayons X Lumière rouge éteinte Lumière blanche éteinte</p>
---	--

Choix et contraintes

■ Contraintes d'environnements

▶ Température de fonctionnement (climatisation)

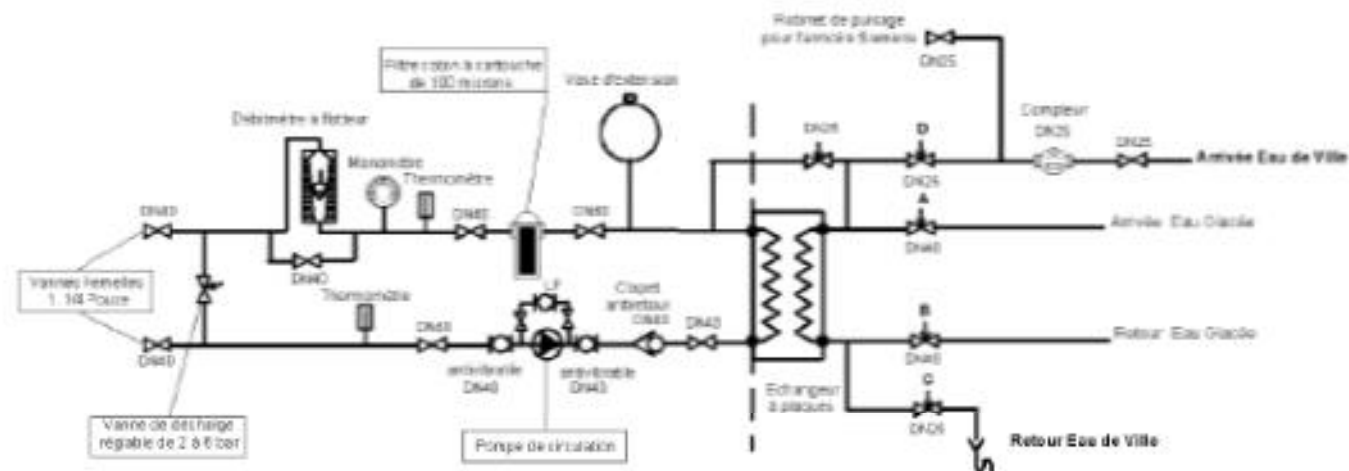
	CT Système	Transport / stockage
Température	18 à 28 °C	-20 à 50 °C
Humidité relative	20 à 75 % sans condensation	10 à 90 % sans condensation
Pression Atmosphérique	700 à 1060 hPa	700 à 1060 hPa
Gradient temp.	6 °C/h	10 °C/h

Choix et contraintes

■ Contraintes d'environnements

▶ Refroidissement (air, eau glacée...)

- Systèmes refroidis par la climatisation client
- Systèmes refroidis en circuit fermé (eau/eau, air/eau)

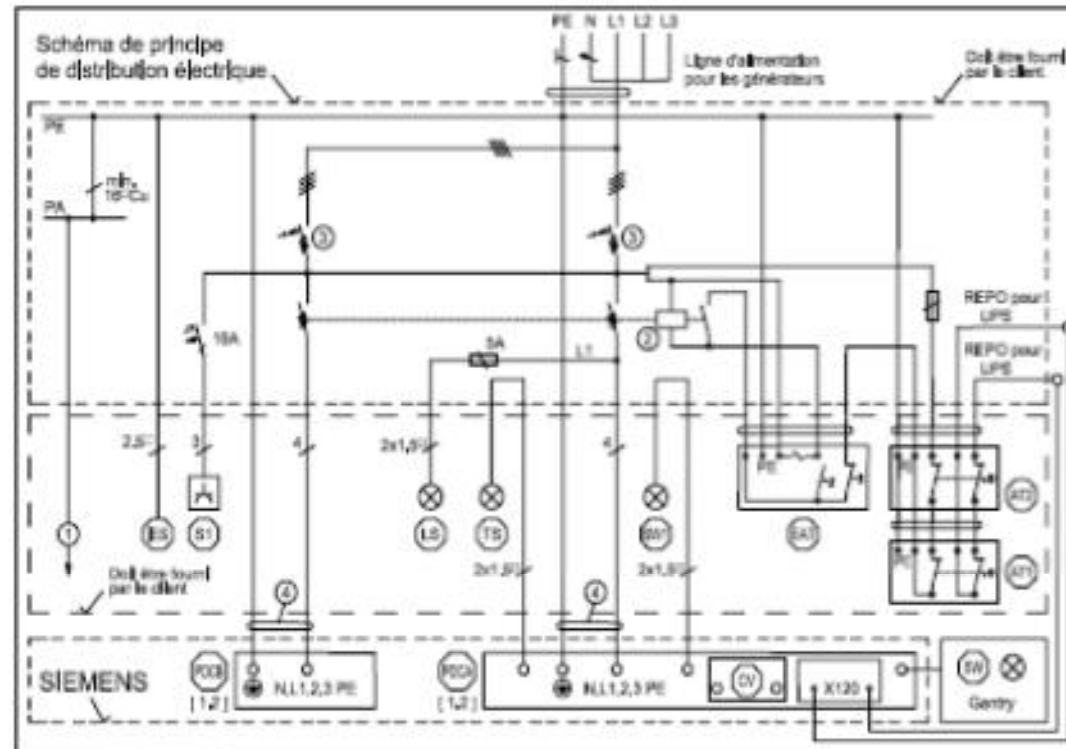


Choix et contraintes

■ Contraintes d'environnements

► Contraintes électriques

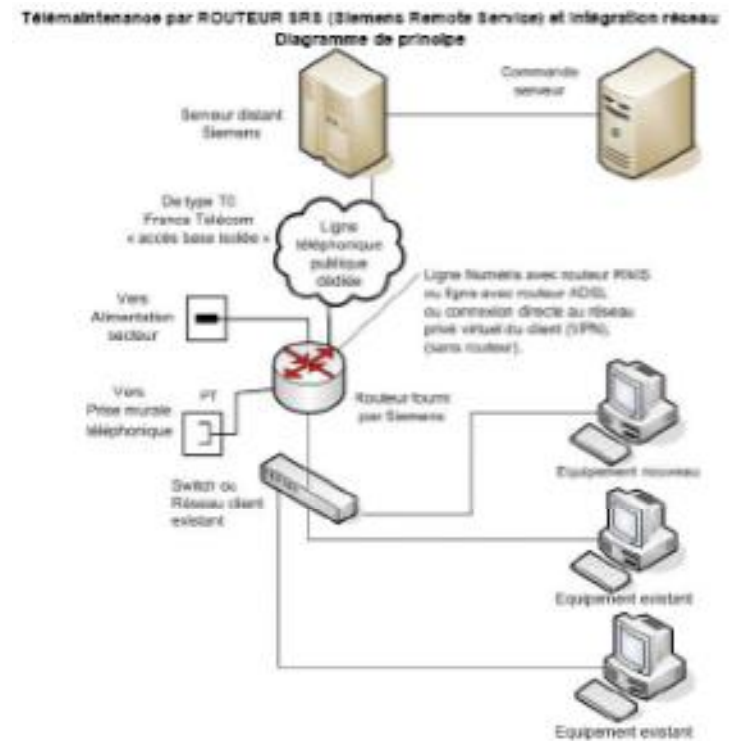
- Puissance de raccordement
- Onduleur, transformateur d'isolement...
- Protections et sécurités



Choix et contraintes

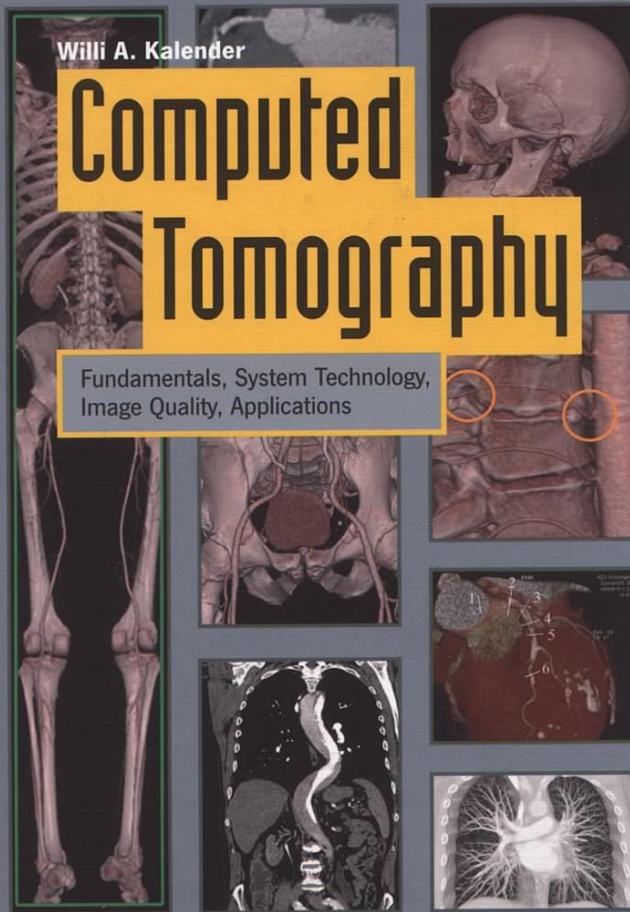
■ Critères d'assistance

- ▶ Service technique (disponibilité, délai d'intervention...)
- ▶ Disponibilité des pièces détachées
- ▶ Télédiagnostic
- ▶ Hot line
 - Technique
 - Application
- ▶ Formation des utilisateurs
 - Mise en main
 - Retours / Jours sous contrat
 - Centre formation
 - E-classroom
- ▶ Assistance à l'utilisation



Plan de la présentation


- Rappels sur le scanner
- Détecteurs multicoupes
- Principe de reconstruction en mode séquentiel
- Reconstruction en mode spiralé monocoupe
- Reconstruction en mode spiralé multicoupes
- La qualité image
- Choix et contraintes
- **Manipulations d'images**



Willi A. Kalender

Computed Tomography

Fundamentals, System Technology,
Image Quality, Applications

Including 64-slice Spiral CT,  CD-ROM

PUBLICIS

Willi A. Kalender

Computed Tomography

Fundamentals, System Technology, Image Quality, Applications

The book offers a comprehensive and user-oriented description of the theoretical and technical system fundamentals of computed tomography (CT) for a wide readership, from conventional single-slice acquisitions to volume acquisition with multi-slice and cone-beam spiral CT. It covers in detail all characteristic parameters relevant for image quality and all performance features significant for clinical application. Readers will thus be informed how to use a CT system to an optimum depending on the different diagnostic requirements. This includes a detailed discussion about the dose required and about dose measurements as well as how to reduce dose in CT. All considerations pay special attention to spiral CT and to new developments towards advanced multi-slice and cone-beam CT.

For the 2nd edition many sections of this book have been updated. In particular, material on new x-ray technology, on 64-slice spiral and cone-beam CT scanning have been added.

The enclosed CD-ROM again offers attractive case studies, including many examples from the most recent 64-slice acquisitions, and interactive exercises for image viewing and manipulation.

Contents: System concepts · System components · Image reconstruction · Spiral CT · Multi-slice spiral CT · Dynamic CT · Quantitative CT · Image quality · Spatial resolution · Contrast · Pixel noise · Homogeneity · Routine and special applications · 3D displays · Post-processing · Quality assurance

This book is intended for all those who work daily, regularly or even only occasionally with CT: physicians, radiographers, engineers, technicians and physicists. A glossary describes all the important technical terms in alphabetical order.

Order-Nr. A19100-L531-B866-X-7600
Second Edition

ISBN 3-89578-216-5



www.publicis-erlangen.de/books

Computed Tomography, Fundamentals, System Technology, Image Quality, Applications, Kalender, Willi A., Publicis ISBN-10: 3-89578-216-5
ISBN-13: 978-3-89578-216-9

Scanner / François Masson / Siemens Healthcare / 6 octobre 2015

Merci pour votre attention

Siemens **Medical** **Solutions** that help