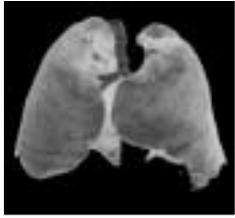


TDM Thoracique



Alexandre BEN CHEIKH
« funkyfarouk@free.fr »

TDM thoracique

- Tomodensitométrie ou scanner
- Examen de référence en imagerie thoracique
- Principe:
Atténuation d'un faisceau de rayon X au sein d'une coupe ou d'un volume
Calcul de densité



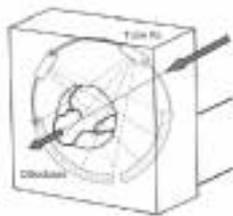
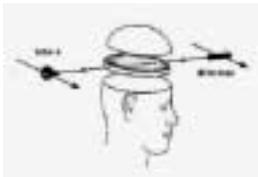
Historique



- 1972 : Premier examen tomodensitométrie cérébral
- 1974 : Premier appareil corps entier
- 1979 : Prix Nobel de médecine décerné à Allan MacLeod et Godfrey N.Hounsfield pour la mise au point du premier scanner
- 1989 : acquisition hélicoïdale
- 1998 : acquisition multicoupes

Formation de l'image

- Tube à rayons X + ensemble de détecteurs disposés en couronne
- Le tube et les détecteurs tournent autour de l'objet à examiner

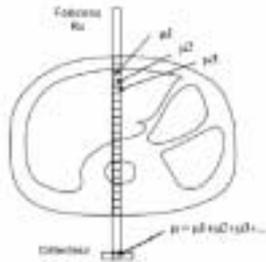


Atténuations

- Un faisceau de rayons X traversant un objet homogène d'épaisseur x subit une atténuation, fonction de la densité électronique de l'objet
- La valeur de l'atténuation est obtenue par soustraction entre l'intensité du faisceau de rayons X avant et après traversée de l'objet

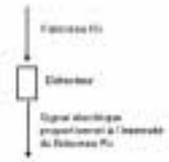
Atténuations

- Le faisceau rencontre des structures de densité et d'épaisseur différentes
- L'atténuation dépend donc de plusieurs inconnues $\mu_1x_1, \mu_2x_2, \dots, \mu_nx_n$.



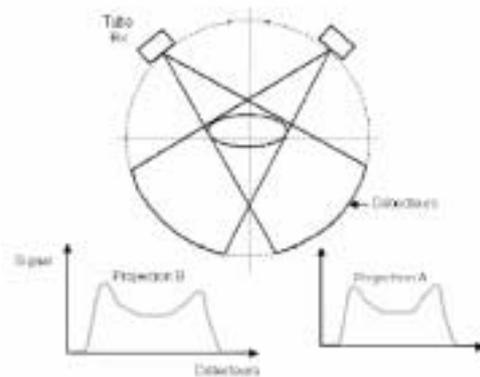
Projections

- Détecteur: Photons X \rightarrow Signal électrique
- Signal directement proportionnel à l'intensité du faisceau de rayons
- Profil d'atténuation ou projection: ensemble des signaux électriques fourni par la totalité des détecteurs pour un angle de rotation donné



Projections

Un mouvement de rotation autour du grand axe de l'objet à examiner permet d'enregistrer une série de **profils d'atténuation** résultants de la traversée de la même coupe selon différents angles de rotation



Rétroprojections

- A partir des valeurs d'atténuation mesurées par chaque détecteur, l'ordinateur calcule la densité de chaque **pixel** de la matrice
- Calculs complexes
- Principe simple : connaissant la somme des chiffres d'une matrice selon tous ses axes (rangées, colonnes et diagonales), on peut en déduire tous les chiffres contenus dans la matrice

De la matrice à l'image

- La matrice est un tableau composé de n lignes et n colonnes définissant un nombre de carrés élémentaires ou **pixels**
- Les matrices actuelles sont le plus souvent en **512 x 512**
- A chaque pixel de la matrice de reconstruction correspond une **valeur d'atténuation** ou de densité
- En fonction de sa densité, chaque pixel est représenté sur l'image par une certaine valeur dans l'échelle des gris

De la matrice à l'image

- Les coefficients de densité des différents tissus sont exprimés en **unités Hounsfield UH**
- L'éventail varie de -1000 à +1000
- L'œil humain ne distinguant que **16 niveaux de gris**, les 2000 paliers de densité ne peuvent être vus simultanément sur l'écran
- La fenêtre correspond aux densités qui seront traduites en niveaux de gris à l'écran

De la matrice à l'image

- Deux paramètres modulables définissent la fenêtre utile de densités, variable en fonction des structures étudiés
 - **le niveau (level)** : valeur centrale des densités visualisées
 - **la largeur de la fenêtre (window)** détermine le nombre de niveaux de densité

Densité des organes du thorax

Air	< - 1000 UH
Poumons	- 750 UH et - 850 UH
Graisse	- 100 UH et - 10 UH
Structures liquides	-10 UH et 30 UH
Structures tissulaires	20 UH et 70 UH
Cartilage	60 UH et 150 UH
Os Compact	> 100 UH

Fenêtre d'exposition

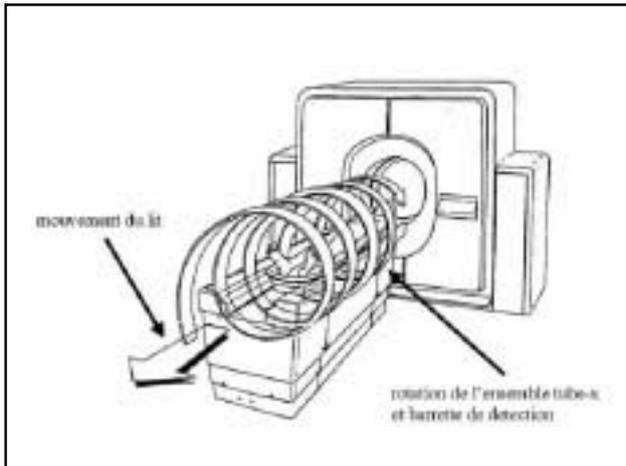
- **Niveau** correspond à la densité qui sera représentée par un gris moyen
- **Fenêtre** définit l'étendue des densités représentées en nuances de gris de part et d'autre du niveau
- Les structures dont la densité se situe en dehors de la fenêtre seront représentées uniquement en noir (densité inf.) ou en blanc (densité sup.)

Fenêtres de lecture

- F. Parenchymateuse
 - Large 1600 à 2000 UH
 - Centre - 600 UH
- F. Médiastinale
 - Étroite 200 à 400 UH
 - Centre 0 UH



Constitution d'un scanographe



Chaîne radiologique

- Générateur de rayons X
- Filtrage et collimation
- Système de détection

Générateur de rayons X / Tube

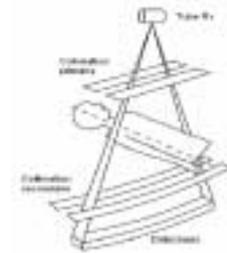
Haute tension continue (80 à 140 kV)
Milliampérage constant (de 10 à 500 mA)

Tube

- contraintes thermiques
- contraintes mécaniques (force centrifuge)

Filtrage et collimation

Mise en forme du faisceau de rayons X



Système de détection

Détecteurs: photons X \Rightarrow signal électrique

- Chambres d'ionisation au xénon
photons X directement transformés en signal électrique
efficacité (rendement) est faible (60 à 70% de l'énergie est absorbée)
- Détecteurs solides
photons X \Rightarrow photons lumineux \Rightarrow signal électrique
Leur efficacité est excellente

Scanner monocoupe

Axe Z: une seule couronne de détecteurs.

De 500 à 900 éléments sont disposés dans l'axe x sur environ 50° en éventail

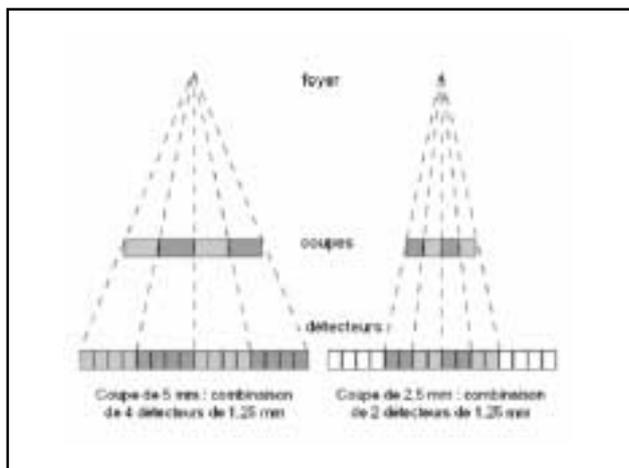
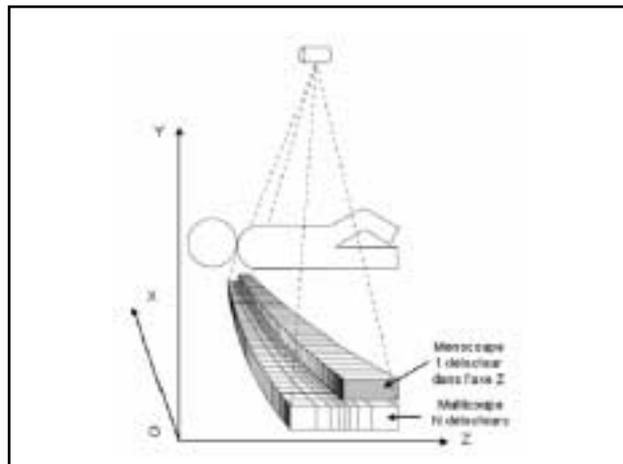
Une seule coupe est acquise par rotation

Scanner multicoupes

■ Multiples couronnes de détecteurs (de 8 à 64 actuellement)

■ Subdivision de la couronne de détecteurs dans l'axe Z

■ Une coupe peut être obtenue par une couronne ou par la combinaison des signaux de plusieurs couronnes de détecteurs adjacente



Paramètres d'acquisition et de reconstruction

Paramètres d'acquisition

- Collimation primaire
- Constantes kV, mA, temps de rotation
- Acquisition séquentielle ou hélicoïdale (Volumique)



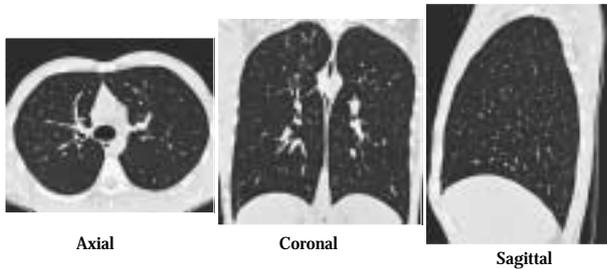
Critères de réussite RT Face

- **Identification** (nom, prénom, date, heure, coté, incidence)
- Bonne **inspiration** (7e arc postérieur visible au dessus des coupes)
- Patient de **face strict**
 - Symétrie des bords internes des clavicules par rapport aux épineuses
 - Épineuses alignées
- Bonne **pénétration**
 - Visualisation de la **totalité** des deux héli-champs pulmonaires
 - Omoplates dégagés
 - Absence de flou cinétique (Apnée)
 - Visualisation de la poche à air gastro-colique (débout)
 - Pas d'« effet grille » ou d'artefact lié au filtre compensateur

Post-traitement MPR



Multi Planar Reconstruction



Axial

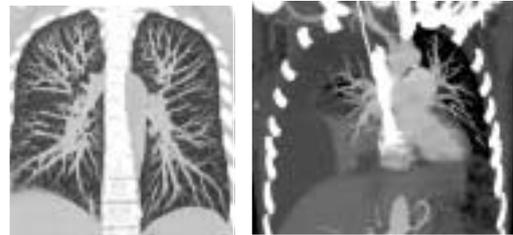
Coronal

Sagittal

Post-traitement MIP

Maximum Intensity Projection

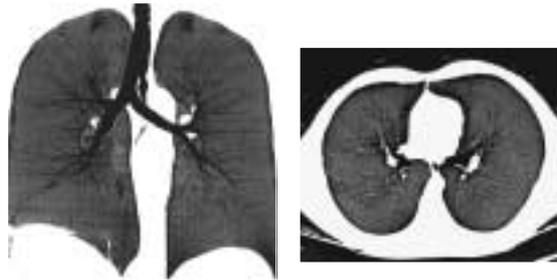
Seuls les pixels de plus grande densité sont retenus pour former l'image



Post-traitement MinIP

Minimum Intensity Projection

Seuls les pixels de moins grande densité sont retenus pour former l'image



Post-traitement VRT

Volume Rendering Technique



Réalisation de l'examen

Prise de rendez-vous

- Convoquer 30 min avant l'heure de l'examen
- **Interrogatoire ABCDE**
- **Expliquer** le déroulement de l'examen
- Dosage plasmatique de **créatinine**
- Bonne hydratation 48 avant
- A jeun
- Rappporter les anciens examens

Accueil du patient



- Préparation du matériel avant
- **Vérifier l'identité** +++
- Expliquer le déroulement de l'examen
- Retrait des objets radio-opaques

Accueil du patient



- Déterminer avec le médecin si besoin d'une injection intraveineuse de produit de contraste
- Pose d'une voie veineuse si injection
- INTERROGATOIRE ABCDEF

ABCDEF

- A Allergie au PDC iodés** (si oui, prémédication ?)
- B Biguanides** (Metformine = Glucophage®)
- C Créatininémie (fonction rénale)**
- D Diabète**
- E Enceinte** (toute femme après 11 ans est enceinte ou presque)
- F Faim /Food /Fringale = A jeun**

Installation du patient

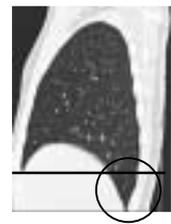
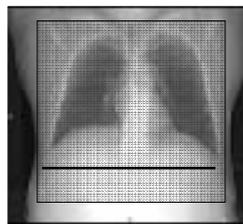
- **Malade en décubitus dorsal**
- **Les bras derrière la tête**
- **Voie veineuse reliée et débullée**
- Faire boire du gel de polysithane pour opacifier l'œsophage si recherche d'une fistule

Installation du patient

- + la coopération est grande, meilleure est la qualité de l'examen
- Paramètre important: la RESPIRATION
 - Arrêt de la respiration de la même manière
 - Acquisition en inspiration bloquée (apnée)
Pas toujours possible (ex: insuffisant respiratoire)
 - Patient intubé/ventilé: ?
- TDM hélicoïdal: acquisition de 4 à 24 s

Programmation de l'acquisition

- Topogramme / Scout view
- Placer le volume d'acquisition ou les coupes
- Descendre suffisamment bas



Injection

Les paramètres de l'injection de PDC iodé

- Vitesse injection : vitesse rapide \neq dilution du PDC
- Concentration : forte concentration permet un bon rehaussement des structures avec un petit volume injecté (artéfacts)
- Délai variable entre début de injection et acquisition : délai court pour analyse des artères pulmonaires

Injection

- **Injecteur automatique**
 - Contrôle de la quantité et du débit
 - Système à double phase
- **Standard**
 - 120 cc de PDC à 3cc/s (sur 40s) départ de l'acquisition 30 s après le début de l'injection
- **Vérifier la voie durant l'injection pour éviter une éventuelle extravasation**

Après l'acquisition

- Rincer la voie avec une seringue de sérum physiologique
- Montrer les images au médecin radiologue
- Le patient reste en surveillance quelques minutes

- Préconiser une bonne hydratation après l'examen pour éviter la néphrotoxicité

Épaisseur et espacement des coupes

- **Coupes épaisses**
 - 5 à 8 mm
 - Hélicoïdal: Jointives
- **Coupes fines**
 - 1 à 2 mm d'épaisseur
 - Séquentiel: espacé de 10 à 15 mm
 - Hélicoïdal: coupes Jointives si multibarrettes (>16)

Épaisseur et espacement des coupes

Coupes épaisses 5 - 10 mm : standard

- exploration systématique de tout le volume
- bonne résolution en densité
- Indications
examen de base pour thorax
examen du médiastin, tumeur hilare, nodules parenchymateux

Épaisseur et espacement des coupes

Coupes fines 0.8 à 1 mm : millimétriques HR

- Acquisition séquentielle haute résolution
- Excellente résolution spatiale
- Indications examen du parenchyme pulmonaire
En complément de l'acquisition volumique
Pathologie parenchymateuse diffuse



Artéfacts

- Mouvement du patient
- Respiration = flou cinétique (Apnée)
- Battements cardiaques
- PaceMaker
- Clips Chirurgicaux
- VOLUME PARTIEL