

Tomodensitométrie

Dr SAKER M.R
Service d'imagerie médicale
CHU Benbadis Constantine

I-Introduction :

1-Définition :

- **Tomo** = coupe, **Densitométrie** = mesure de densité
- Un scanner est une **chaîne radio-tomographique** assistée d'un **ordinateur**, qui mesure les densités d'un objet anatomique à partir de l'absorption d'un faisceau de RX et constitution de coupe avec reconstruction matricielle d'une image numérisée, visualisée selon différents contrastes.

2-Historique :

- 1971 : premier examen tomodensitométrique cérébral. Il est réalisé au Atkinson Morley's hospital à Londres par l'ingénieur Hounsfield et le neuroradiologue Ambrose sur une machine construite par la société EMI
- 1974 : le physicien américain Ledley, de la Georgetown university à Washington met au point le premier appareil corps entier : le temps d'obtention d'une image est alors de 5 minutes.
- 1979 : le prix Nobel de médecine est décerné à MacLeod et Hounsfield pour la mise au point de la tomodensitométrie.
- 1989 : mise au point de la rotation continue puis de l'acquisition hélicoïdale
- 1992 : acquisition de deux coupes simultanées par rotation.
- 1995 : acquisition « subseconde » 0,75 seconde par tour.
- 1998 : acquisition de 4 coupes simultanées.
- 2000 : acquisition de 8 puis 16 coupes simultanées

3-Avantages :

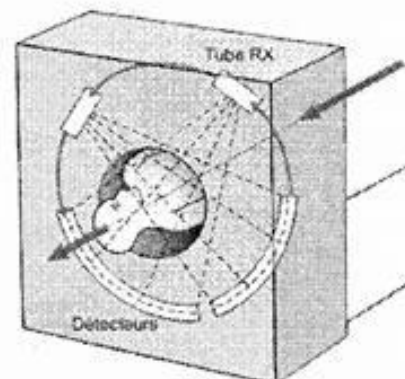
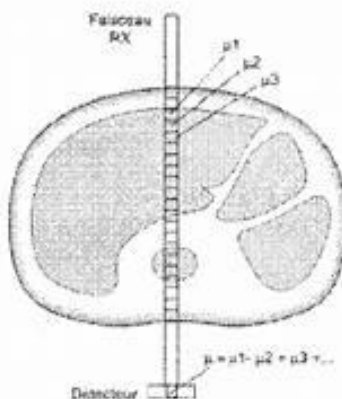
- Absence de **superposition** des structures.
- **Bonne résolution en contraste** : différenciation tissulaire.
- Bonne étude de l'**os et des calcifications**.
- Représentation globale du plan transversal.
- **Image numérisée** : reconstruction, archivage et traitement de l'image.

4-Inconvénients :

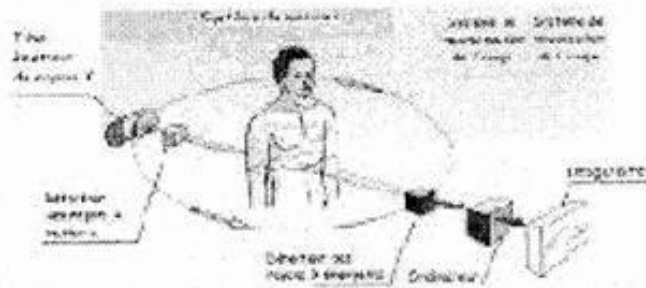
- **Irradiation** du patient.
- **Risques** liés au produit de contraste (PC).
- **Artéfacts** au voisinage des os denses.
- Contraste limité des PM (inferieur à celui de l'IRM).

II-Principe de la tomodensitométrie :

- Le principe repose sur la mesure de l'**atténuation** d'un faisceau de rayons X qui traverse un segment du corps.



III-Constitution d'une chaîne tomodensitométrique : 4 principaux systèmes



- **Système radiologique :**

- Source à Rx. : Générateur électrique + Tube radiogène.
- Détecteurs : 02 types
 - Chambre d'ionisation à gaz rare (Xénon)
 - Cristaux scintillants

- **Système mécanique :**

Tube et détecteurs placés dans un Statif tournent autour du patient mis sur une table qui se déplace dans un axe perpendiculaire.

- **Lit (table) :** se déplace au moment des examens.
- **Statif :** plusieurs générations se succèdent.

- **1^{ère} génération :**

- Un tube à RX couplé à un seul détecteur
- La coupe se fait par mouvement de translation-rotation du statif qui prend 4 minute

- **2^{ème} génération :**

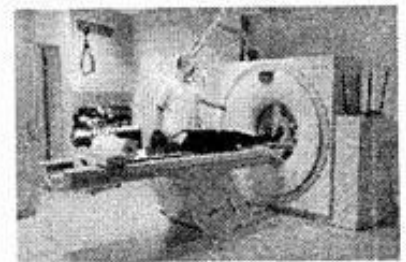
- L'ensemble tube-détecteurs est toujours animé d'un mouvement de translation-rotation mais le tube est alors couplé à une barrette de 7 à 60 détecteurs dans le plan de rotation du tube.
- Temps d'acquisition pour une coupe : 20 secondes

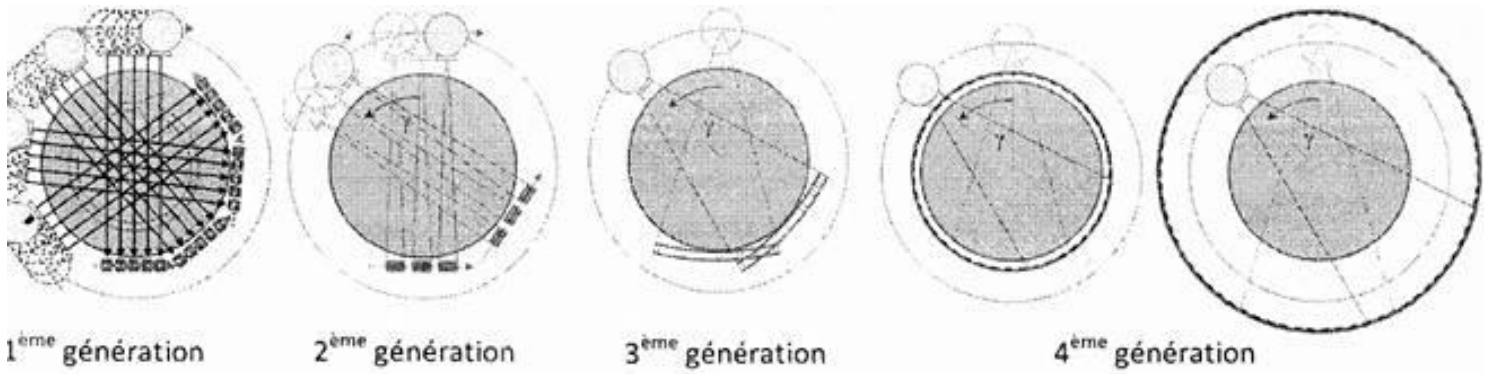
- **3^{ème} génération :**

- Le tube et les détecteurs effectuent un mouvement de rotation autour du patient.
- Une série de détecteurs (de 500 à 1 000) couvre la largeur du sujet (50 cm pour l'abdomen)
- Temps d'acquisition de coupe descendu à 0.37s

- **4^{ème} génération :**

- Les détecteurs (4000 à 5000) sont disposés en couronne autour du volume à étudier. Le tube à rayons X, va tourner à l'intérieur ou à l'extérieur de cette couronne en émettant continuellement des rayons X sur une rotation. Le faisceau de rayons X couvre entièrement le volume à explorer.

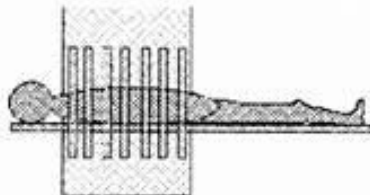




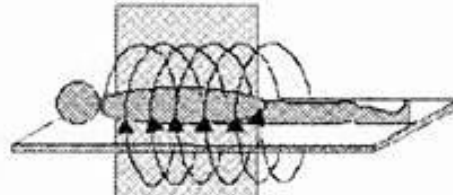
- **Système informatique :**
 - Ordinateur : processeur avec mémoire de grande capacité
 - Traitement du signal : convertisseur analogique/numérique et reconstruction de l'image.
- **Système de visualisation :**
 - Console : permet la modification des paramètres de reconstruction.
 - Moniteur d'affichage.
 - Reprographie (film) et archivage sur disque dur, DVD et CD.

IV-Différents types de scanners :

- A- Mode séquentiel : coupe par coupe
- B- Mode hélicoïdal : rotation continue du tube autour du lit associée au déplacement simultané de la table pendant le balayage du faisceau de rayons X



a) Les coupes séquentielles d'un scanner

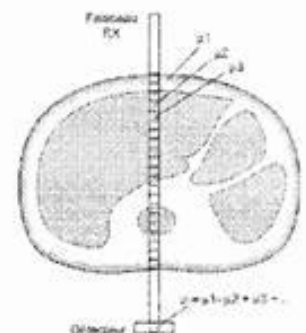


b) Les coupes hélicoïdaux (ou spirales)

V-FORMATION DE L'IMAGE SCANOGRAPHIQUE :

1- L'Atténuation :

- Un faisceau de rayons X traversant un objet homogène d'épaisseur X subit une atténuation, fonction de la densité électronique de l'objet.
- Elle est définie par la relation : $\text{Log } I_0/I = \mu x$
 - I_0 : intensité incidente du faisceau ;
 - I : intensité émergente ;
 - μ : coefficient d'atténuation de l'objet traversé ;
 - x : épaisseur de l'objet.
- Le faisceau rencontre des structures de densité et d'épaisseur différentes. L'atténuation dépend donc de plusieurs inconnues $\mu_1x_1, \mu_2x_2, \dots, \mu_nx_n$.



2- La projection :

- Le détecteur transforme les photons X en signal électrique.
- Ce signal est directement proportionnel à l'intensité du faisceau de rayons X.
- Le profil d'atténuation ou projection correspond à l'ensemble des signaux électriques fournis par la totalité des détecteurs pour un angle de rotation donné.

3- La rétroprojection :

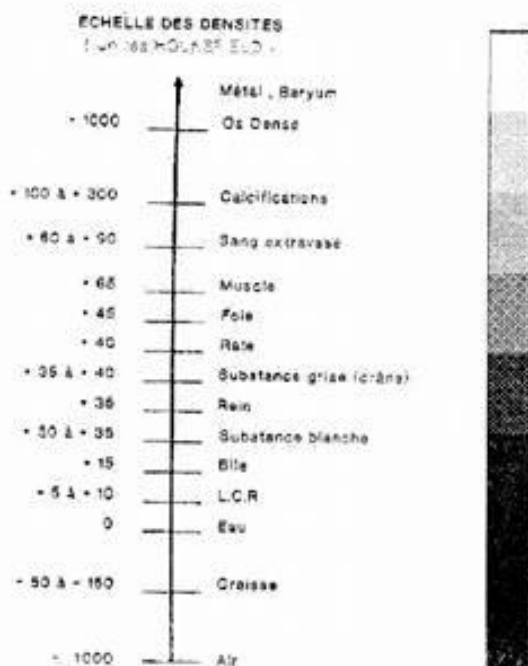
- Les projections sont échantillonnées et numérisées. Ces données converties ou données brutes sont des valeurs numériques avec une adresse spatiale.
- Ces projections sont filtrées puis rétro-projetées sur une matrice de reconstruction.
- À partir des valeurs d'atténuation mesurées par chaque détecteur, l'ordinateur calcule la densité de chaque pixel de 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 512^2
- À 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.

➤ L'échelle de Hounsfield :

- Les coefficients de densité des différents tissus sont exprimés en unités Hounsfield (UH).
- L'éventail varie de - 1 000 à +1000, avec le choix d'une valeur de zéro pour l'eau - 1 000 pour l'air et + 1 000 pour le calcium.
- Du moins dense (HYPODENSE=NOIR) au plus dense (HYPERDENSE=BLANC).
- L'œil humain ne distingue que 16 niveaux de gris.
- Deux paramètres définissent la fenêtre utile de densité :
 - Hauteur : mean
 - Largeur : window



```
-897-878-855-840-836-832-806-767-703-641-601-602-649-710-775-832-844-854  
-902-896-869-858-844-850-851-739-604-477-378-378-419-512-623-705-745-785  
-908-918-906-885-888-879-855-738-534-356-194-142-176-262-584-494-588-656  
-910-920-935-918-913-896-856-702-484-248-89-27-33-65-152-241-375-520  
-918-926-924-955-939-893-809-629-423-213-69-6-20-15-2-03-199-387  
-918-906-905-907-811-860-738-548-348-177-52-13-56-57-60-2-122-321  
-901-859-831-796-786-349-643-469-307-131-26-47-79-95-80-15-135-134  
-850-779-701-645-589-574-503-366-206-93-17-37-87-113-82-2-174-378  
-750-657-565-484-421-390-360-278-160-72-28-11-62-91-60-44-240-457  
-647-519-434-362-299-256-233-203-154-97-68-35-2-24-17-150-350-542  
-531-393-313-266-219-161-124-118-134-135-150-142-117-150-197-330-560-656  
-411-287-217-193-157-90-55-31-109-203-267-303-334-363-442-543-655-747  
-346-214-146-116-95-17-43-31-74-241-381-474-563-617-672-725-781-822  
-329-210-108-62-29-27-83-65-76-279-490-626-716-791-818-843-836-847  
-366-251-148-72-15-42-65-30-134-361-570-723-811-861-863-868-855-848  
-433-322-227-127-67-11-6-76-249-465-665-789-855-875-881-860-848-833  
-513-417-327-249-161-111-111-207-391-587-746-820-867-877-874-868-838-830  
-588-497-417-370-303-255-274-384-549-715-810-847-861-871-876-868-864-847  
-670-601-533-485-459-441-478-550-687-809-867-881-879-872-883-886-891-878
```

Matrice

V-Conduite pratique d'un examen scanographique :

Il n'existe pas d'examen TDM standard.

La conduite pratique dépend de plusieurs facteurs.

1- Précaution préalable :

- Etat du patient

- . Agité : anesthésie et sédation
- . Allergique : prémédication
- . Injection de produit de contraste (PC): jeun de 6 heures
- . Femme : absence de grossesse

- Antécédents du patient

- Informer le patient de l'examen

2- Opacifications et contrastes :

- Injection IV de PC :

- . Examen TDM avant et après injection de PC
- . Examen seulement sans injection de PC (exemples : traumatismes crâniens et AVC..).

- Opacification digestive par des PC hydrosoluble.

- Ingestion de l'eau.

- Insufflation à l'air du rectum et du colon.

3- Choix des paramètres techniques : en fonction de l'examen

-Epaisseur de coupe

-Plan de coupe

-KV

-Reconstruction

VI-Applications cliniques des scanners multi barrettes :

Les applications sont étendues à l'ensemble des organes.

Permettent une analyse des pathologies tumorales, traumatiques, infectieuses et malformatives.

A-Imagerie neuro radiologique :

. Crane et SNC (cerveau)

. Traumatisme crâniens (bilan lésionnel), bilan d'extension des tumeurs.

. Rachis

. Massif facial

B-Imagerie thoracique :

- Imagerie pulmonaire : dépistage des nodules pulmonaires, bilan d'extension des tumeurs, pneumopathies interstitielles (TDM Haute Résolution :HR), traumatismes.

- Imagerie cardiaque : 64 barrettes et plus

C-Imagerie abdomino-pelvienne : caractérisation des tumeurs avec bilan d'extension, traumatismes.

D-Imagerie ostéo articulaire : traumatisme, tumeurs et infection ostéo articulaire.

E-Imagerie vasculaire : étude des vaisseaux (artériels et veineux).

F-Radiologie interventionnelle : ponctions, biopsies et drainages scannoguidés transcutanés.