

# 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 tomodensitométrie 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 :

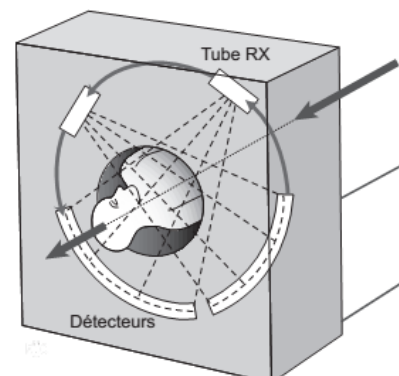
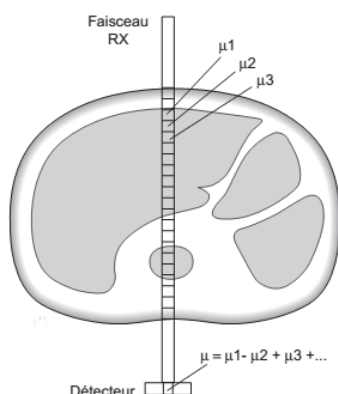
- Absence de **superposition** des structures.
- **Bonne résolution en contraste** : différenciation tissulaire.
- Bonne étude de **l'os et des calcifications**.
- Représentation globale du plan transversal.
- **Image numérisée** : reconstruction, archivage et traitement de l'image.

### 4-Inconvénients :

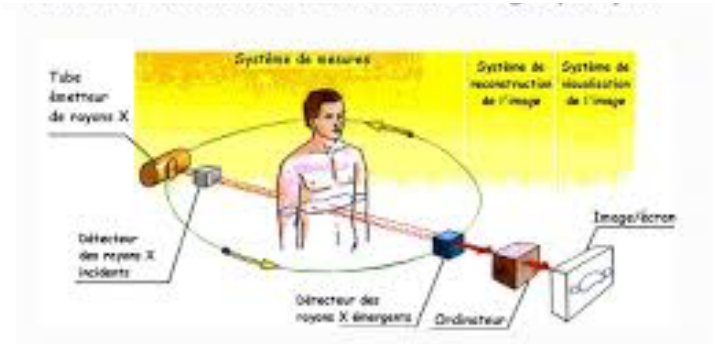
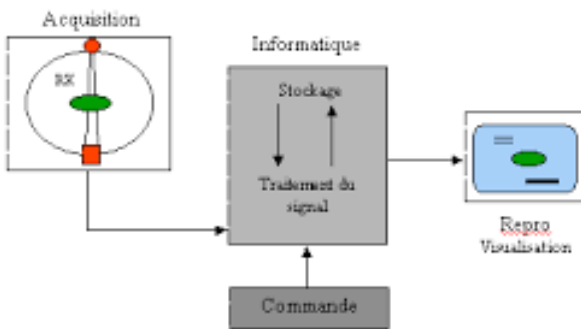
- **Irradiation** du patient.
- **Risques** liés au produit de contraste (PC).
- **Artéfacts** au voisinage des os denses.
- Contraste limité des PM (inferieur à celui de l'IRM).

## 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<sup>ère</sup> 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<sup>ème</sup> 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

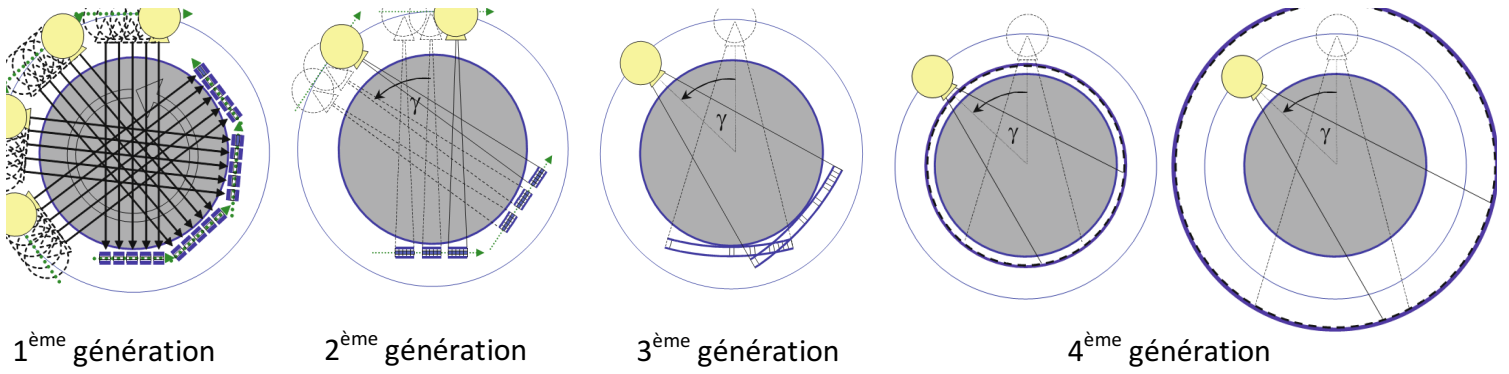
- 3<sup>ème</sup> génération :

- 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<sup>ème</sup> 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.

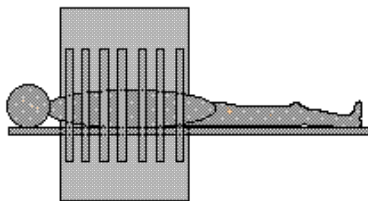




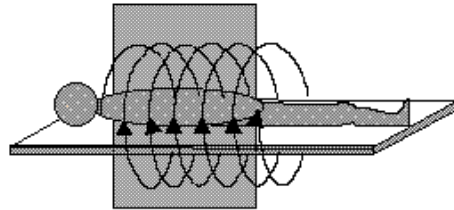
- **Système informatique :**
  - Ordinateur : processeur avec mémoire de grande capacité
  - Traitement du signal : convertisseur analogique/numérique et reconstruction de l'image.
- **Système de visualisation :**
  - Console : permet la modification des paramètres de reconstruction.
  - Moniteur d'affichage.
  - 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

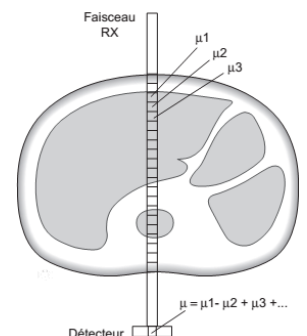


b) Les coupes hélicoïdaux (ou spiralée)

#### **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 ;
  - $\mu$  : 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  $\mu_1 x_1, \mu_2 x_2, \dots, \mu_n x_n$ .



## 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 fourni par la totalité des détecteurs pour un angle de rotation donné.

## 3- La rétroprojection :

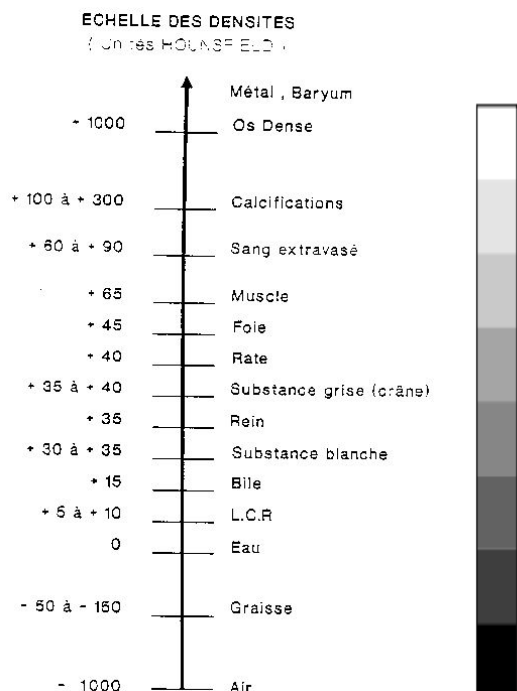
- Les projections sont échantillonnées et numérisées. Ces données converties ou données brutes sont des valeurs numériques avec une adresse spatiale.
- Ces projections sont filtrées puis rétro-projetées sur une matrice de reconstruction.
- À partir des valeurs d'atténuation mesurées par chaque détecteur, 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
-902-896-869-858-844-850-831-739-604-477-378-378-419-512-623-705-745-785
-908-914-906-885-888-879-853-738-534-336-194-142-176-262-384-494-588-656
-910-920-935-918-913-896-836-702-484-248 -99 -27 -33 -65-152-241-375-520
-918-926-924-955-939-895-809-629-423-213 -69 6 20 15 -2 -63-199-387
-918-906-903-907-911-860-738-648-348-177 -52 13 56 57 60 2-122-321
-901-859-831-796-786-749-643-469-267-131 -26 42 79 95 80 15-135-334
-850-779-701-645-599-574-503-366-206 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
-647-519-434-362-299-256-233-203-134 -97 -68 -35 2 24 -17-150-350-542
-531-393-313-266-219-161-124-118-134-135-150-142-117-130-197-330-500-656
-411-287-217-193-157 -90 -33 -31-109-203-267-305-334-363-442-543-655-747
-346-214-146-116 -93 -17 43 31 -74-241-381-474-563-617-672-723-781-822
-329-210-108 -62 -29 22 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
-513-417-327-249-161-111-111-207-391-587-746-820-867-877-874-868-838-839
-588-497-417-370-303-255-274-384-549-715-810-847-861-871-876-868-864-847
-670-601-533-485-459-441-478-560-687-809-867-881-879-872-883-886-891-878
```

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.**