



Master : Physique Médicale Semestre : S3 Enseignant : Dr. YAHIAOUI Mohamed Laid

Matière : **Imagerie médicale et instruments de diagnostique**

2024/2025

I. La tomodensitométrie TDM (Scanner)

1. Introduction

La Tomodensitométrie (TDM), ou scanner, est une modalité d'imagerie médicale qui permet de reconstruire des images en coupes transversales du corps humain grâce à l'utilisation de rayons X et à des systèmes informatiques avancés. Cette technique est largement utilisée pour visualiser les structures internes du corps avec une haute précision, en éliminant les superpositions d'images présentes dans les radiographies classiques.

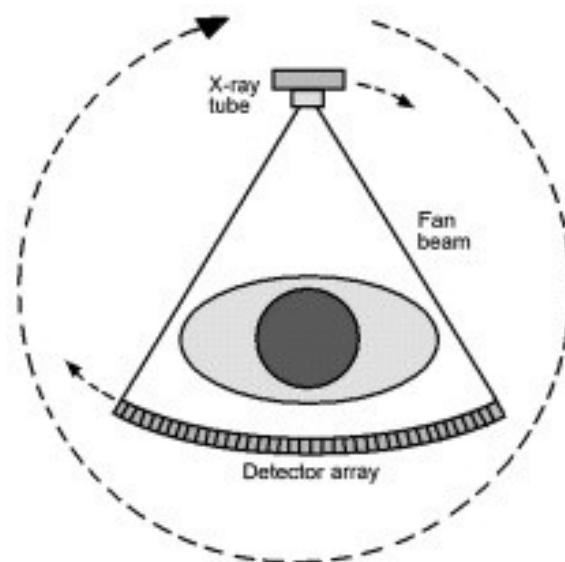


Figure : Schéma de principe de la TDM

2. Histoire et évolution

La TDM a été développée par Godfrey Hounsfield et Allan Cormack dans les années 1970, une innovation qui leur a valu le prix Nobel en 1979. La première machine commercialisée ne pouvait scanner que la tête, mais les progrès rapides ont permis l'acquisition de coupes de tout le corps dès 1974. Avec l'évolution de l'informatique et des détecteurs, la tomodensitométrie a

évolué vers des systèmes multi-coupes et des techniques d'acquisition hélicoïdales, réduisant le temps d'examen tout en améliorant la qualité des images.

3. Formation de l'image en TDM

La formation d'une image en TDM repose sur l'acquisition de projections multiples à différents angles autour du patient. Le faisceau de rayons X traverse le corps et est détecté par un ensemble de capteurs après avoir été atténué par les tissus traversés. Le signal capté est alors traité par un ordinateur qui utilise des algorithmes mathématiques pour reconstruire une image en coupes transversales à partir des projections obtenues.

La relation entre l'intensité des rayons X émis et détectés est décrite par la loi d'atténuation exponentielle :

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

où :

- I_0 est l'intensité initiale,
- I l'intensité mesurée après traversée du tissu,
- μ le coefficient d'atténuation,
- x l'épaisseur du tissu traversé.

Les coefficients d'atténuation sont ensuite convertis en unités Hounsfield (UH), une échelle numérique utilisée pour afficher le niveau de gris des images TDM. Cette échelle va de -1000 (air) à +1000 (os), avec l'eau comme référence à 0 UH.

4. Techniques de reconstruction

Les méthodes de reconstruction des images TDM incluent :

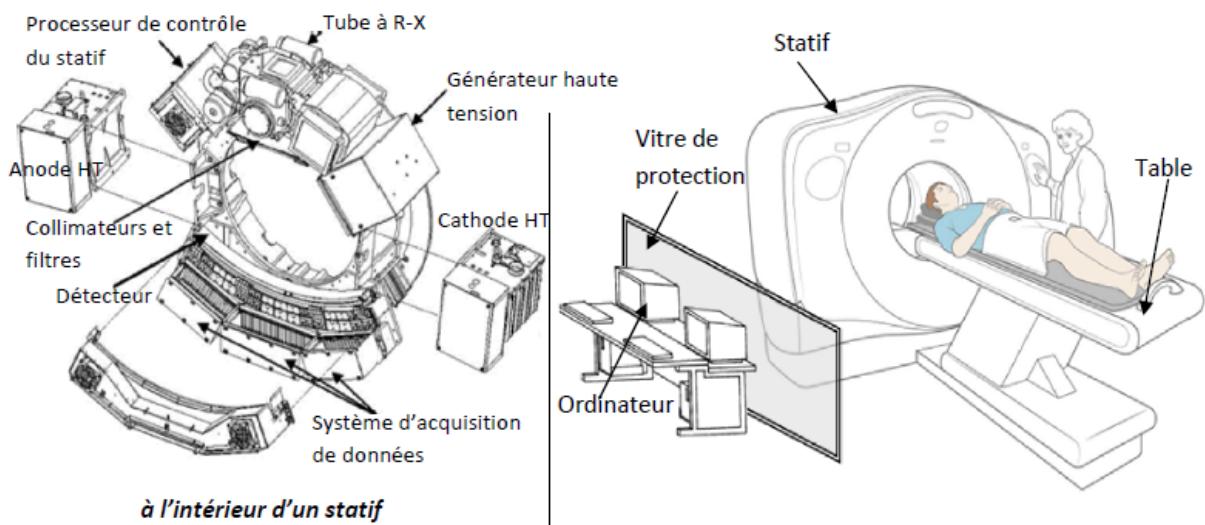
- **Rétro-projection filtrée** : est la méthode historique et la plus utilisée pour la reconstruction des images en TDM. Elle repose sur la rétro-projection des profils d'atténuation (ou projections) obtenus à différents angles. Chaque projection correspond à la somme des atténuations sur une ligne donnée à travers l'objet.
- **Itération algébrique** : Les méthodes algébriques ou de reconstruction itérative sont des techniques plus modernes qui cherchent à améliorer la qualité de l'image et à réduire le bruit.

Contrairement à la rétro-projection filtrée, qui effectue un calcul direct, ces méthodes passent par plusieurs cycles d'ajustement pour converger vers la solution finale.

Les algorithmes modernes permettent également la reconstruction en 3D, facilitant ainsi l'interprétation anatomique et offrant des possibilités de visualisation volumique.

5. Composants d'un scanner TDM

Le scanner se compose de : un statif, une table, un ordinateur, des armoires annexes contiennent une partie de la climatisation et de la distribution électrique.



a. **Le statif** : est composé de :

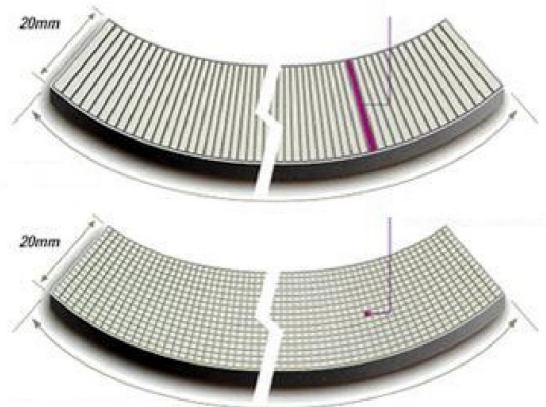
Générateur : il fournit la haute tension au tube (80 à 140 kV).

Tube à rayons X : Ils sont à anode tournante, avec émission continue. L'ensemble tube détecteurs vont tourner autour du patient.

Filtration : Les rayons X émis ont des niveaux énergétiques variés ; la filtration placée à la sortie du tube permet d'obtenir un spectre de rayonnement étroit en supprimant les rayons non

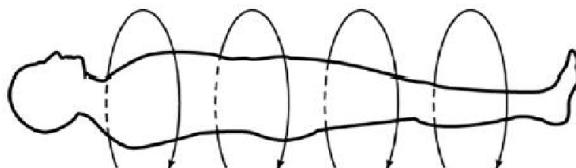
désirés. **Collimation** : la collimation primaire (entre le tube et le patient) détermine la largeur du faisceau de rayons X et donc l'épaisseur de coupes (1 à 10 mm). La collimation secondaire (entre le patient et les détecteurs) a pour but de diminuer le rayonnement diffusé.

Détecteurs : transforment les photons X en signal électrique. Une barrette de détection est constituée de multiples cellules de détection (près de 900 détecteurs) placés côte à côte en face du tube à rayons X sur un arc de cercle. Les scanners multibarrettes actuels utilisent simultanément 4, 8 ou 16 rangées de détecteurs.

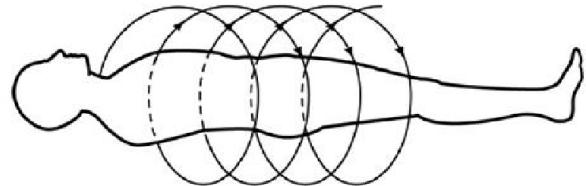


b. La table d'examen :

La table d'examen sur laquelle s'allonge le patient et s'avance à l'intérieur de l'anneau du statif ; elle permet une avance pas à pas (mode séquentiel) ou continue (mode hélicoïdal).



Séquentiel



Hélicoïdal

c. Ordinateur

Il assure : l'acquisition des données (des projections), la reconstruction des images et le contrôle du système.

6. Indications et Contre-indications des Techniques Basées sur les Rayons X

Les techniques basées sur les rayons X, telles que la radiographie, la tomodensitométrie (CT-scan), sont des outils essentiels dans le diagnostic médical moderne. Toutefois, leur utilisation nécessite de bien comprendre les indications et contre-indications pour garantir la sécurité des patients et l'efficacité du traitement.

6.1 Indications (دوعي الاستعمال)

- 1. Diagnostic des fractures osseuses** : (تشخيص الكسور العظمية) Les rayons X sont particulièrement utiles pour visualiser les fractures et les dislocations des os. Ils sont la première étape diagnostique pour tout traumatisme musculosquelettique.
- 2. Pathologies pulmonaires** (الأمراض الرئوية) : Les radiographies thoraciques sont largement utilisées pour détecter des pathologies pulmonaires telles que la pneumonie (التهاب رئوي), les tumeurs pulmonaires (أورام الرئة) et la tuberculose (السل).
- 3. Pathologies dentaires** : (أمراض الأسنان) Les rayons X sont employés pour l'évaluation des caries dentaires (تسوس الأسنان), des abcès ou des anomalies de la croissance dentaire.
- 4. Suivi des dispositifs implantés** : Les techniques basées sur les rayons X sont également indiquées pour vérifier le positionnement et le suivi des dispositifs implantés, comme les prothèses articulaires (الأطراف الاصطناعية للمفاصل) ou les stimulateurs cardiaques (أجهزة تنظيم) (ضربات القلب).
- 5. Examen abdominal** (الفحص البطني) : La tomodensitométrie est utile pour diagnostiquer des affections abdominales complexes, comme les appendicites (التهاب الزائدة الدودية), les occlusions intestinales (انسداد الأمعاء) ou les calculs rénaux (حصوات الكلى).

6.2 Contre-indications (موانع الاستعمال)

- 1. Grossesse** (الحمل) : L'exposition aux rayonnements ionisants pendant la grossesse, en particulier lors du premier trimestre, représente un risque accru pour le fœtus (الجنين) en développement. Les examens basés sur les rayons X doivent être évités sauf en cas d'urgence absolue.
- 2. Patients avec hypersensibilité aux produits de contraste** : Pour certaines techniques comme le scanner avec injection de contraste, l'utilisation de produits de contraste à base d'iode peut entraîner des réactions allergiques graves chez certains patients. Une évaluation préalable des antécédents allergiques est essentielle.
- 3. Patients pédiatriques** (المرضى الأطفال) : Chez les enfants, les rayonnements ionisants doivent être minimisés autant que possible, car ils sont plus sensibles aux effets nocifs des rayons X. Le rapport bénéfice/risque doit être rigoureusement évalué.
- 4. Patients atteints d'insuffisance rénale** (القصور الكلوي) : Lorsqu'un produit de contraste est nécessaire, les patients souffrant d'insuffisance rénale peuvent présenter un risque accru de

néphropathie (اعتلال الكلى) induite par le contraste. Une évaluation rigoureuse de la fonction rénale est préconisée.

5. Radiations cumulées : (التعرض الإشعاعي التراكمي) Les patients qui ont subi de multiples examens d'imagerie basés sur les rayons X doivent être surveillés de près pour éviter une exposition cumulative excessive, qui peut augmenter le risque de cancer à long terme.