



# LA TOMODENSITOMETRIE

## I/INTRODUCTION

### 1-Principe : TOMODENSITOMETRIE :

-Mesure de la **densité radiologique** des volumes élémentaires d'une **coupe**.

- Etude de l'atténuation d'un faisceau de rayons x au cours de la traversée du volume examiner
- Imagerie en coupe.

La TDM est une technique tomographique. Le but ici est d'obtenir une image d'une « tranche » du patient, et non plus une image par projection avec des super positions multiples. On obtient donc une image d'un plan sans être gêné par les autres plans.

Dans le cas de la TDM, il s'agira du plan transversal dans la plupart des cas.

### 2-DEFINITION :

La Tomodensitométrie (TDM) est un examen d'imagerie lors duquel on utilise un ordinateur pour assembler une série de clichés radiographiques afin de créer des images détaillées à 3 dimensions d'organes, de tissus, d'os et de vaisseaux sanguins du corps.

Certaines TDM requièrent un produit de contraste **produit de contraste** Substance utilisée pour certaines interventions diagnostiques qui permet de mieux voir des parties du corps lors d'une radiographie ou d'autres tests d'imagerie. Qui permet de voir plus clairement les organes et les anomalies.

Presque toutes les parties du corps peuvent être étudiées par TDM, puisqu'elle fournit des images détaillées de nombreux types différents de tissu comme ceux-ci :

- cerveau
- voies respiratoires
- poumons
- os
- tissus mous
- vaisseaux sanguins

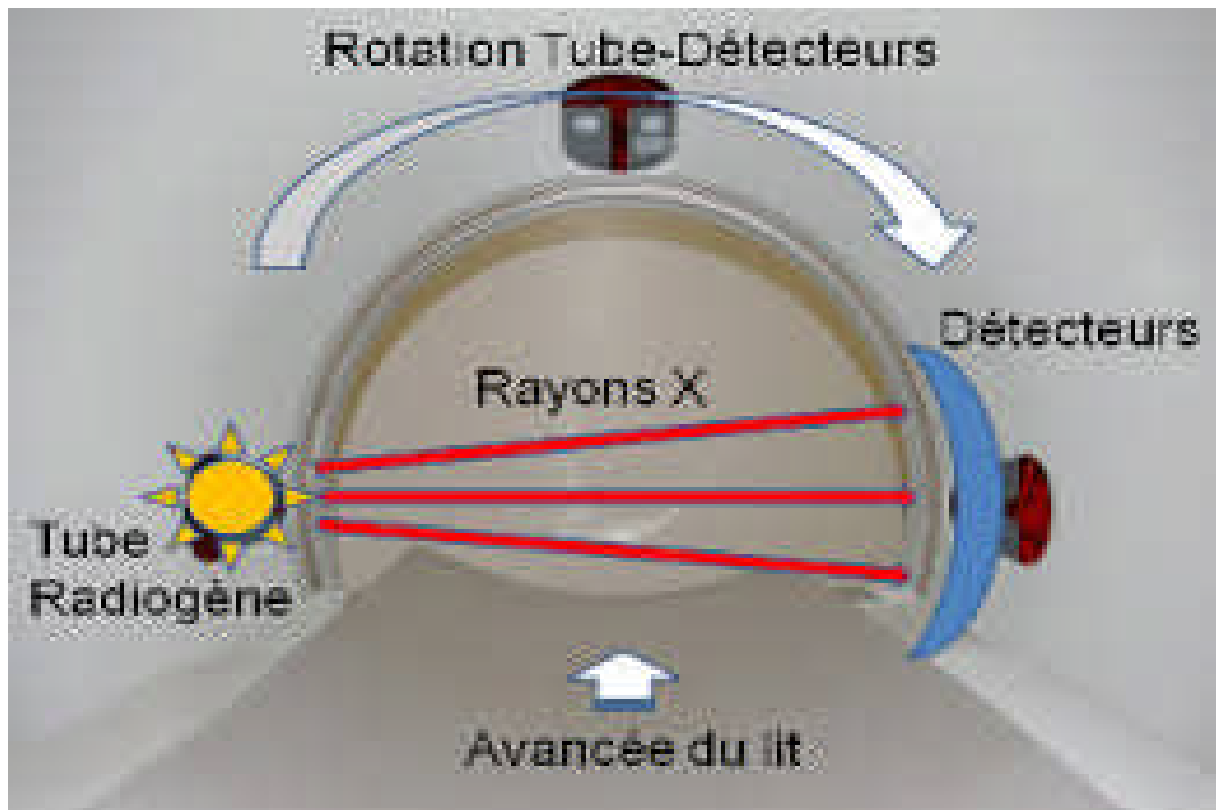
### 3-HISTORIQUE :

Le premier scanner médical à rayons X a été mis au point en 1972 par le chercheur britannique **Godfrey Newbold Hounsfield**, d'après les travaux publiés quelques années auparavant par le physicien américain **Allan MacLeod Cormack**.

Ces deux savants ont obtenu le Prix Nobel de médecine en 1979 pour la mise au point de cette technique appelée tomodensitométrie.

En effet, le scanner reconstitue l'image du corps en mesurant la densité des rayonnements X à travers le corps humain.

Les premiers prototypes de tomodensitomètre permettaient de visualiser uniquement le cerveau au moyen d'une série de capteurs disposés en arc de cercle autour de la tête. Avec les premiers ordinateurs, il fallait deux heures et demie pour calculer une seule coupe tomographique.



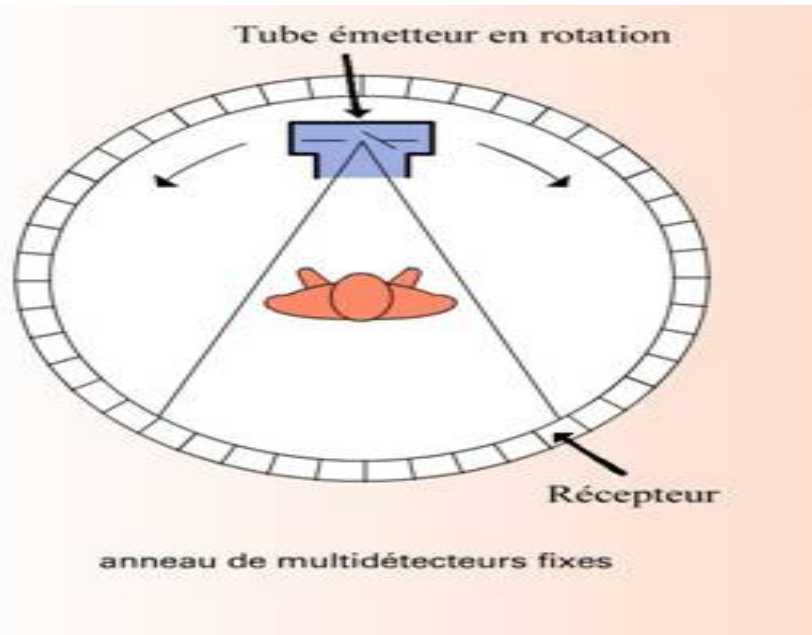
## **II/PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT**

La réalisation d'une image représentative de ces coefficients d'atténuation par tomodensitométrie est effectuée en trois étapes : la prise d'information par une suite de mesures, le traitement informatique des données et la représentation sur un écran des valeurs calculées.

### **1-La Prise D'information**

Sur un plan perpendiculaire à la table sur laquelle le patient est allongé, sont disposés des centaines de détecteurs fixes de rayons X en forme d'anneau. Il y a presque un millier de détecteurs par anneau. Dans le plan de chaque anneau de détecteurs se trouve un tube

émetteur de rayon X ; c'est ce dernier et seulement celui-ci, qui est mis en mouvement, les détecteurs de rayons X étant immobiles. Le tube décrit une trajectoire circulaire autour du patient en émettant en continu des rayons X.



Pour que l'examen soit plus rapide et donc plus précis, la prise d'information se fait de façon hélicoïdale. En effet le patient doit alors rester immobile moins longtemps, et l'image obtenue est moins floue, le corps humain étant en perpétuel mouvement : respiration, battements cardiaques...

Scanner multibarette = multidétecteur = multicoupe

Scanner « mono » détecteur 1tour = 1coupe

Scanner multibarette 1 tour = plusieurs coupes

Les coupes présentent alors un certain chevauchement mais celui-ci n'affecte que très peu la qualité de l'image par rapport à la précision due à la rapidité de la méthode. Pour augmenter encore la vitesse de l'examen, les scanners les plus modernes disposent de plusieurs couples anneaux/détecteur mis côte à côte, le Sensation 16 en a 4, mais le dernier scanner de General Electric en possède 16 ! Soit d'autant de fois plus rapide pour la même tâche. Là où avec un scanner à simple anneau il aurait fallu 10 minutes, les scanners les plus récents ne mettent qu'un peu plus de 35 secondes... Cependant plus il y a d'anneaux et plus la dose de radiation doit être élevée, en effet le patient devra recevoir plus de radiations avec deux anneaux qui font une rotation que avec un anneau qui fait deux

Pour une rotation complète du tube émetteur, il faut environ 0.5 secondes, soit 1, 4, ou 16 images selon le modèle. Lors de l'examen, c'est uniquement le patient qui est mis en mouvement. Ce dernier est allongé sur une table qui avance à l'intérieur du scanner ; le scanner lui-même ne bouge pas.

- Les détecteurs actuellement les plus utilisés pour les applications médicales sont les détecteurs solides qui sont des compteurs à scintillation. L'appareil proprement dit (aussi appelé sonde à scintillateur) se compose d'un scintillateur, d'un photomultiplicateur et d'un préamplificateur.
- La sonde est reliée d'une part à une alimentation haute tension de l'ordre de 1000 à 1500 Volts et d'autre part, à une électronique de détection en relation avec l'ordinateur.

➤ **Le scintillateur :**

Il est constitué par un milieu solide dans lequel se déroulent deux phénomènes bien distincts  
Absorption de l'énergie du rayonnement conduisant à l'excitation des atomes du milieu  
Émission de photons (scintillation) lors de la désexcitation. Le matériau est choisi de telle sorte que les photons lumineux émis se trouvent dans le spectre visible ou proche. Il doit être transparent à sa propre lumière, de plus la quantité de lumière émise est proportionnelle à l'énergie absorbée.

Le scintillateur se comporte en définitive comme un « transformateur de rayonnement ».

**2-Traitement Informatique Des Données :**

L'ordinateur a pour but de calculer les coefficients d'atténuation tissulaire pour chaque voxel. Un voxel (Volume PiCture Cel) correspond à une unité de volume, contrairement au pixel d'une image qui est une unité de surface. Pour les meilleurs scanners on peut obtenir des voxels correspondant à  $1 \times 10^{-3} \text{ mm}^3$  une précision jusqu'ici inégalée en imagerie médicale.

La vitesse du traitement informatique des données collectées est directement liée à la puissance de calcul de l'ordinateur couplé au scanner. Cette vitesse est donc dépendante des progrès technologiques de la microélectronique et ces derniers sont si rapides que le traitement informatique des données est aujourd'hui de l'ordre de quelques dizaines de secondes. Pour gagner encore quelques secondes, l'ordinateur commence à calculer les coefficients d'atténuation tissulaire dès l'obtention des premières coupes. Le principe de calcul est le suivant :

L'ordinateur récolte pour chaque coupe  $\phi_e$  qui est le flux entrant lié à la tension du tube émetteur, et  $\phi_s$  qui est le flux sortant, celui mesuré par les détecteurs. Un flux correspond à une énergie qui traverse une surface. Si l'on appelle  $\Delta x$  l'épaisseur commune correspondant à chaque pixel, et soit la somme des coefficients d'atténuation  $\mu_i$  :  $\mu_1 + \mu_2 + \mu_3 \dots$ . La somme des coefficients d'atténuation est égale à l'atténuation totale.

### **3-Affichage de l'image obtenue :**

A un voxel, l'ordinateur attribue un pixel sur l'échelle de Hounsfield, ce même homme a qui l'ont attribué la construction du premier scanner. Ainsi une image numérique est composée d'une multitude de pixels qui correspondent à l'écran à des points. La couleur de chaque pixel dépend du coefficient d'atténuation du volume représenté.

Etant donné que le coefficient d'atténuation dépend de l'énergie du rayon émis ainsi que de la nature du milieu, et que l'énergie est la même en tout point de la coupe ; on associe alors à chaque coefficient d'atténuation tissulaire une nuance de couleur le plus souvent du noir au blanc. C'est donc le contraste entre chaque pixel que l'œil aperçoit. Ce contraste va de l'air qui a le coefficient d'atténuation le plus faible aux os qui ont les coefficients les plus forts. L'air est représenté en noir : la couleur du fond de l'image, et les os en blanc

-Dans la présentation la plus courante de l'image tomodensitométrique, les tissus apparaissent d'autant plus noirs qu'ils laissent passer les rayons X.

-Une échelle de lecture a été proposée par Hounsfield pour faciliter l'interprétation des coupes en tomodensitométrie. Composée de nombres d'autant plus élevés qu'ils correspondent à des structures plus denses, cette échelle va arbitrairement de -1000 pour l'air à +1000 pour les os denses, avec la valeur 0 pour l'eau (on peut étendre l'échelle de Hounsfield à +3000 avec des produits de contraste qui absorbent les rayons X

### **III/Applications cliniques**

La tomodensitométrie a deux caractéristiques principales qui font tout son intérêt par rapport aux techniques de radiographie conventionnelle:

- elle donne d'excellents résultats tomographiques (avec un « effacement » des autres plans qui est quasi parfait contrairement aux anciennes techniques tomographiques)
- elle permet de voir directement les tissus mous, avec beaucoup de détails. En effet, sa résolution en densité (=en atténuation) est bien supérieure

#### **1- Neuroradiologie**

La TDM a révolutionné tout d'abord la neuroradiologie, puisqu'elle permettait pour la première fois de voir le cerveau distinctement à l'intérieur du crâne. Auparavant, en cas de traumatisme crânien, on devait se contenter de la radio de crâne qui montrait les éventuelles fractures, et on complétait éventuellement par une artériographie (nécessitant une anesthésie générale) si on craignait un hématome intracrânien. Aujourd'hui, lors d'un traumatisme crânien sérieux, la garde demande immédiatement une TDM cérébrale en urgence. Une autre indication crânienne est la recherche ou le bilan des tumeurs cérébrales.

Dans cette indication toutefois, elle tend à être remplacée par l'IRM.

#### **2-Applications corps entier**



Citons comme applications les plus courantes, en dehors du crâne:

La TDM thoracique: excellent complément de la RX thorax pour préciser des anomalies au niveau du médiastin, localiser exactement les lésions pulmonaires et rechercher de très petites lésions mal visibles à la RX thorax. La TDM a complètement remplacé les anciennes tomographies des poumons, en plus l'exploration abdominale, et la colonne rachidienne.

## 2- la TDM cervico-faciale :

Explore les sinus para nasaux (pour lesquels elle a remplacé les tomographies conventionnelles), les tissus mous de la tête et du cou (important pour les tumeurs bénignes ou malignes de cette région), les structures osseuses du massif facial ou de la base du crâne ainsi que des oreilles (important notamment dans les traumatismes ou les pathologies inflammatoires pour ce qui est de l'oreille)

### IV/Conclusion

Le scanner est donc caractérisé par sa rapidité et sa précision constamment en amélioration grâce aux progrès de l'électronique et de l'informatique. Il permet, contrairement à la radiologie conventionnelle, d'obtenir des images en trois dimensions de l'organisme pour avoir accès à la moindre cellule au milieu d'un organe, et ainsi d'avoir un diagnostic rapide et complet.

DR TENIOU, B  
MAITRE DE CONFERENCES CLASSE B EN RADIOLOGIE CHUC  
Module de radiologie 2021-2022  
Département de chirurgie dentaire



جامعة صالح بونيدر  
قسنطينة 3  
**Université**  
**Salah Bounider**  
**Constantine 3**