

### Fiche Cours n°3

## UE2 Bases physiques de l'imagerie médicale : imagerie analogique / imagerie numérique

L'imagerie médicale permet de mesurer plusieurs grandeurs physiques :

- coefficient d'atténuation des rayons X (en radiographie)
- coefficient de réflexion des ultrasons (pour l'échographie)
- aimantation (pour l'IRM)
- radioactivité (pour la scintigraphie)

Pour former une image, les différentes techniques utilisent 3 processus :

- Emission : mesure des rayonnement émis par le patient (ex : scintigraphie)
- Transmission : mesure d'une grandeur qui traverse le patient (ex : radiographie)
- Réflexion : mesures d'ondes émises par le patient et réfléchis par les interfaces entre les tissus (ex : échographie)

### Imagerie analogique :

On mesure le taux d'atténuation des rayons X par les tissus.

L'intensité lumineuse varie continûment. On obtient une image peu précise.

Les variations d'intensité donnent des infos anatomiques car on définit 4 degrés d'opacité : opacité **osseuse**, **aqueuse**, **graisseuse**, **gazeuse** (du plus blanc au plus opaque, noir)

### Imagerie numérique :

L'intensité lumineuse varie de façon discontinue (= discrète). On obtient une image de meilleure qualité.

Elle peuvent s'obtenir de 2 façons :

- **directement** sous forme numérique (IRM, TDM)
- **numérisation** : image analogique (signal continu)  $\rightarrow$  matrice (discontinu) à l'aide

d'un double codage :

- codage spatial : échantillonnage spatial (image divisée en  $N \times M$  pixels)
- codage en intensité : quantification (on attribue a chaque pixel un nombre qui correspond à une valeur moyenne).

Il y a un rôle majeur de l'informatique.

### Création d'une image numérique :

1- information perçue par un capteur

2- le signal crée  $\rightarrow$  amplifié, filtré et passe par le convertisseur analogique numérique (CAN) si on part d'une information analogique.

3- l'info arrive sur l'ordinateur pour être visualisée, reprographiée ou stockée.

**CAN** : utilise une représentation binaire (0 ou 1) pour attribuer des niveaux de gris. On utilise donc un convertisseur à  $n$  chiffres (bits) capable d'attribuer  $2^n$  niveaux de gris par pixel.

**Imagerie plane** : projection en 2 dimensions d'un objet en 3 dimensions

**Imagerie tomographique :** images en coupes (TDM, IRM, SPECT, PET)

**Qualité de l'image :**

1. **Résolution spatiale :** dimension du plus petit objet bien contrasté dont on peut obtenir l'image.

Elle dépend des caractéristiques de la technique d'imagerie et du système de visualisation.

Si la résolution intrinsèque du système (notée  $R_i$ ) est inférieure à la taille du pixel, la résolution spatiale est alors définie par la taille du pixel.

2. **Rapport Signal/Bruit :** petites variations observées pendant la prise de mesure, même en milieu homogène dues à des interférences.

$$\frac{S}{B} = k * V_{\text{voxel}} * \sqrt{T_{\text{acq}}}$$

avec  $k$  constante,  $V_{\text{voxel}}$  volume du voxel et  $T_{\text{acq}}$  durée de l'acquisition

$\frac{S}{B} \ll \beta$  : quand  $V_{\text{voxel}} \ll$  ( épaisseur coupe ou taille pixel  $\ll$  mais résolution spatiale  $\approx$  )  
quand  $T_{\text{acq}} \ll$

$\beta$  il faut trouver un compromis entre résolution spatiale, rapport S/B et temps d'acquisition.

3. **Contraste :** différence de brillance (luminosité)

On définit 2 contrastes :

• **contraste objet :** différence entre les différentes structures au sein d'un objet (organisme)

• **contraste image :** sur l'image formée  $C = \frac{S_A - S_B}{S_A + S_B}$  avec  $S_A$  et  $S_B$  les signaux des zones A et B.

4. **Rapport Contraste/Bruit :** meilleure détection grâce à une résolution spatiale qui s'évalue à haut contraste et un contraste qui s'évalue sur des objets de grande taille par rapport à la résolution spatiale.

L'observation sera meilleure, plus le rapport contraste sur bruit sera élevé.

**Analyse de l'image :** à pour but de déterminer des paramètres quantitatifs soit pour un intérêt clinique direct, soit pour le traitement des images.

Pour cela, on détermine une zone d'intérêt, et on étudie l'intensité moyenne signal moyen, écart-type, surface, nombre de pixels)

Cette analyse va nous fournir des renseignements objectifs.

**Traitement de l'image utile pour :**

- modifier la présentation d'une image
- privilégier la perception de certaines structures de l'image
- extraire certaines informations fonctionnelles

- associer différentes modalités d'imageries (image anatomique avec image fonctionnelle)
- recadrer la dynamique d'une image
- un agrandissement à la visualisation (zoom)
- inverser l'image
- visualiser simultanément plusieurs images
- calculer des volumes
- additionner, soustraire ou recaler des images (ex : angiographie numérisée obtenue par soustraction)
- lisser (lorsque l'image obtenue apparaît irrégulière, ex : à cause du bruit), filtrer (accentuer les contours pour mieux les discerner)
- superposer des images d'origines différentes
- reconstruire des coupes dans des plans autres que ceux de l'acquisition.

