



Année Universitaire 2025–2026

Epreuve Finale Module : Radiodiagnostic Master 2 Physique Médicale

Durée : 2 Heurs

Nom et Prénom :..... Signature:

Questions:

1. **L'interaction dominante des rayons X dans les tissus mous aux énergies diagnostiques est :**
 - A. Effet Compton
 - B. Effet photoélectrique
 - C. Création de paires
2. **La mammographie utilise :**
 - A. Des énergies élevées (>120 keV)
 - B. Des rayons gamma
 - C. Des rayons X de faible énergie
3. **La résolution spatiale est principalement limitée par :**
 - A. Le bruit
 - B. La taille du détecteur et du voxel
 - C. Le contraste
4. **Un système PACS permet :**
 - A. La production des rayons X
 - B. Le stockage, la transmission et l'archivage des images
 - C. La reconstruction tomographique
5. **Quelle est la fréquence typique des ultrasons utilisés en imagerie médicale ?**
 - A) 20 Hz – 20 kHz
 - B) 1 – 20 MHz
 - C) 50 – 100 kHz
6. **L'IRM est contre-indiquée chez les patients :**
 - A) Ayant des implants métalliques non compatibles
 - B) En grossesse avancée (certains cas)
 - C) Avec pacemaker non compatible IRM
 - D) Toutes les réponses ci-dessus
7. **Les artefacts en échographie peuvent être dus à :**
 - A) La réflexion multiple
 - B) La réfraction ou atténuation
 - C) Les bulles d'air ou calcifications
 - D) Toutes les réponses ci-dessus
8. **Quelle est la valeur optimale du pitch en tomodensitométrie ?**

.....
9. **Comment nomme-t-on l'image initiale obtenue avant l'acquisition principale en scanner ?**

.....
10. **Chez un patient hémophile, quelle précaution principale doit-on prendre avant un examen scanner avec injection intraveineuse de produit de contraste ?**

.....

Exercice 01 :

Un appareil d'échographie émet des ultrasons à une fréquence de 5 MHz pour examiner le foie. La vitesse des ultrasons dans le foie est d'environ 1540 m/s.

1. Calculez la longueur d'onde λ des ultrasons dans le foie.

2. Si l'échographe détecte un écho provenant d'une interface tissulaire à 3 cm de profondeur, calculez le temps nécessaire pour que l'onde aille-retour jusqu'à la sonde.
3. Expliquez pourquoi une fréquence plus élevée améliore la résolution mais diminue la profondeur de pénétration.

Exercice 02 :

Un faisceau de rayons X monoénergétiques traverse 12 cm de tissu mou. Le coefficient d'atténuation linéaire du tissu est $\mu=0,20 \text{ cm}^{-1}$.

1. Écrire la loi d'atténuation des rayons X.
2. Calculer le rapport entre l'intensité transmise et l'intensité incidente I_{trans}/I_0 .



Année Universitaire 2025–2026

Corrige type Module : Radiodiagnostic Master 2 Physique Médicale

1. *L'interaction dominante des rayons X dans les tissus mous aux énergies diagnostiques est :*
 - A. Effet Compton
 - B. Effet photoélectrique (1pt)**
 - C. Création de paires
2. *La mammographie utilise :*
 - A. Des énergies élevées (>120 keV)
 - B. Des rayons gamma
 - C. Des rayons X de faible énergie (1pt)**
3. *La résolution spatiale est principalement limitée par :*
 - A. Le bruit
 - B. La taille du détecteur et du voxel (1pt)**
 - C. Le contraste
4. *Un système PACS permet :*
 - A. La production des rayons X
 - B. Le stockage, la transmission et l'archivage des images (1pt)**
 - C. La reconstruction tomographique
5. *Quelle est la fréquence typique des ultrasons utilisés en imagerie médicale ?*
 - A) 20 Hz – 20 kHz
 - B) 1 – 20 MHz (1pt)**
 - C) 50 – 100 kHz
6. *L'IRM est contre-indiquée chez les patients :*
 - A) Ayant des implants métalliques non compatibles (1pt)**
 - B) En grossesse avancée (certains cas)
 - C) Avec pacemaker non compatible IRM (1pt)**
 - D) Toutes les réponses ci-dessus
7. *Les artefacts en échographie peuvent être dus à :*
 - A) La réflexion multiple (1pt)**
 - B) La réfraction ou atténuation
 - C) Les bulles d'air ou calcifications (1pt)**
 - D) Toutes les réponses ci-dessus
8. *Quelle est la valeur optimale du pitch en tomodensitométrie ?*

1 (1pt)
9. *Comment nomme-t-on l'image initiale obtenue avant l'acquisition principale en scanner ?*

Scout ou topogramme. (1pt)

10. Chez un patient hémophile, quelle précaution principale doit-on prendre avant un examen scanner avec injection intraveineuse de produit de contraste ?

Ne pas faire l'injection (1pt)

Solution :

1. Longueur d'onde :

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{1540}{5 \times 10^6} = 3.08 \times 10^{-4} \text{ m}, \lambda = 0.308 \text{ mm} \quad (1pt)$$

2. Temps aller-retour :

$$t = \frac{2d}{v} = \frac{2 \times 0.03}{1540} \approx 3.90 \times 10^{-5} \text{ s} = 39 \mu\text{s} \quad (1pt)$$

3. Explication :

- Une **fréquence plus élevée** donne une **longueur d'onde plus courte**, ce qui permet de mieux distinguer deux structures proches (meilleure résolution). (2 pts)
- Mais les ultrasons **s'atténuent plus rapidement** dans les tissus à haute fréquence, donc la profondeur de pénétration diminue. (2 pts)

Exercice 02 :

1. Loi d'atténuation des rayons X :

$$I_{\text{trans}} = I_0 e^{-\mu x} \quad (1pt)$$

2. Calcul du rapport I_{trans}/I_0 :

$$I_{\text{trans}} = I_0 e^{-\mu x}$$

$$\frac{I_{\text{trans}}}{I_0} = e^{-0.20 \times 12} = e^{-2.4} \approx 0.0907 \Rightarrow 9\% \quad (1pt)$$