

**DIPLÔME DE QUALIFICATION DE PHYSIQUE  
RADIOLOGIQUE ET MÉDICALE****EPREUVE DE SYNTHÈSE (2 h)  
21 Avril 2016**

---

CET EXAMEN EST PRÉVU SANS DOCUMENTS. DES RÉPONSES COURTES,  
SANS DÉVELOPPEMENTS INUTILES SONT RECOMMANDÉES.

---

*Comprend trois parties à rédiger sur trois copies indépendantes : Radiothérapie (1h), Radiologie (30 min), Médecine Nucléaire (30 min)*

**Partie 1 : Radiothérapie Vincent Marchesi**

Contexte : Accélérateur linéaire classique (type Varian Clinac iX ou Elekta Synergy), énergies photons disponibles 6 MV et 15 MV (énergie nominales), débits allant de 100 à 600 UM/min. Accélérateur équipé d'un collimateur multilames intégré, permettant la délivrance de traitement modulés en intensité (statique et arcthérapie) et équipé d'un système d'imagerie embarqué (type Varian OBI ou Elekta XVI).

Système de planification de traitement moderne disposant d'un algorithme de calcul basé sur les « pencil beams » et d'un algorithme de type « convolution/superposition ».

***Question N°1 : Contrôle de constance de l'énergie du faisceau de photons***

On souhaite procéder au contrôle réglementaire de constance de l'énergie des faisceaux de photons.

1. Décrire la modalité du contrôle, sa fréquence ainsi que la tolérance sur le résultat selon la réglementation en vigueur.
2. Quelle(s) conséquence(s) aurai(en)t une dérive de valeur de l'énergie du faisceau par rapport à la valeur de référence ? Argumenter en citant plusieurs exemples.
3. Lors d'un contrôle de constance, un écart supérieur à la tolérance est observé. Quelle serait votre attitude immédiate ?
4. Selon vous, quelles pourraient être les causes de la dérive de la valeur mesurée ?
5. Comment mettre en évidence et isoler la source de la dérive ?

**Question N°2 : Traitement d'une tumeur mammaire**

Une femme porteuse d'une tumeur mammaire du sein gauche doit bénéficier d'une radiothérapie incluant le sein gauche en totalité ainsi que les aires ganglionnaires de la chaîne mammaire interne et des relais ganglionnaires sus-claviculaires. Aucune surimpression de dose n'est prévue sur le lit opératoire.

6. Moyen de contention : Décrire la position de traitement et les moyens de contention en justifiant votre choix. Quelle serait l'influence sur la distribution de dose du système de contention choisi ? Évaluer, si besoin, cette influence.
7. Préparation du traitement : Définir les paramètres CT nécessaires à l'acquisition de l'image (champ d'acquisition, de reconstruction, kV, mAs, épaisseur de coupe, etc.). D'autres modalités d'imagerie seraient-elles utiles pour préparer le traitement de cette patiente ?
8. Dessin des structures d'intérêt (organes à risques et volumes cibles) : Donner la liste des principaux organes ou tissus qui seront délimités pour la réalisation et la validation du plan de traitement. Vous pouvez vous aider de schémas.
9. Indiquer la prescription de dose standard pour ce type de traitement pour chacun des volumes cibles.
10. Indiquez les contraintes dosimétriques à respecter sur les organes à risques définis.
11. Quelle balistique de traitement utiliseriez-vous pour une technique conformationnelle classique ? Décrire les faisceaux employés, leurs positions par rapport aux volumes cibles, les modificateurs éventuels utilisés etc...
12. Discuter en termes d'avantages et inconvénients l'emploi d'une technique de modulation d'intensité pour cette localisation.
13. Installation et contrôle de la position de traitement : décrire le protocole de vérification de la position de la patiente lors des séances de radiothérapie. Expliciter et justifier notamment le choix de la marge de tolérance.
14. Dosimétrie in vivo : au cours de la première séance de traitement, on réalise une mesure de dose in vivo en plaçant un détecteur de type semi-conducteur à l'entrée du faisceau sur la peau de la patiente. Un écart de -6% est observé pour les champs tangentiels en photons alors que la mesure pour le champ irradiant la chaîne mammaire interne donne +1,3%. Quelles pourraient être les causes de cet écart ?

**Question N°3 : Repérage du volume cible du patient lors d'un traitement de radiothérapie externe de la prostate et sources d'erreurs associées**

15. Vérification de la position du volume cible dans le cas de l'irradiation de la prostate. On souhaite comparer trois méthodes : repérage par 2 images orthogonales kV de fiduciaires implantés dans la prostate, CBCT et ultrasons. Donner les avantages et inconvénients des trois techniques proposées.

16. Donner un ordre de grandeur de la dose délivrée au patient par imagerie pour les protocoles de vérification proposés (traitement en 40 séances de 2 Gy).
17. Contrôle de qualité et précision du repérage. Proposer un protocole de contrôle de qualité pour :
  - a) la vérification de coïncidence du système d'imagerie avec l'isocentre de la machine de traitement,
  - b) le contrôle de la dimension effective des pixels et voxels de l'image,
  - c) le contrôle du déplacement automatique de la table.

## **Partie 2 : Radiologie Didier Defez**

Une femme de 45 ans doit effectuer une mammographie de dépistage.

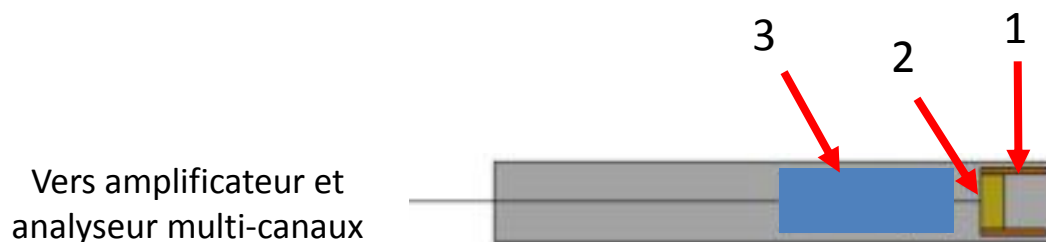
1. Où doit-elle se rendre ? Hôpital, Centre de Lutte contre le Cancer ou cabinet privé ? Pourquoi ?
2. Décrivez succinctement l'examen réalisé d'un point de vue technique et pratique (nombre et type de clichés réalisés).
3. Existe-t-il des niveaux de référence diagnostique ? Si oui, quels sont-ils et à quelles conditions d'acquisition correspondent-ils ?
4. Décrivez succinctement la formation de l'image (spécificité).
5. Comment calcule-t-on la dose en mammographie ? Précisez les indicateurs dosimétriques associés (type et unité).
6. Quels paramètres influent sur la dose en mammographie ?

Le radiologue vous demande d'estimer la dose reçue à la glande mammaire. Comment vous y prenez-vous ? Est-ce réalisable ?

**Partie 3 : Médecine Nucléaire Jean-Marc Vrigneaud**

Dans certains types de cancer du sein, un examen scintigraphique de type « ganglion sentinelle » peut être indiqué.

1. Qu'est-ce que le « ganglion sentinelle » ? Expliquer brièvement l'objectif de cette technique d'imagerie dans le cadre de la stratégie thérapeutique des cancers du sein.
2. Donner, pour la sénologie :
  - a) Le marqueur radioactif utilisé, la forme pharmaceutique associée, le collimateur qui sera monté sur la caméra et la fenêtre spectrométrique utilisée ;
  - b) Le mode d'administration du traceur radioactif utilisé sur votre lieu de stage, l'ordre de grandeur de l'activité administrée par site d'injection ;
  - c) La technique d'imagerie utilisée sur votre lieu de stage (mode(s) d'acquisition, délai administration-acquisition(s), critère(s) d'arrêt(s)) ;
  - d) La technique de traitement des images.
3. On suppose qu'un décalage de la fenêtre spectrométrique a été observé lors de l'acquisition.
  - a) Quel(s) calibrage(s) allez-vous mettre en œuvre pour résoudre le problème sur la caméra ?
  - b) Quel(s) test(s) allez-vous utiliser pour vérifier que le paramètre est à nouveau conforme ?
4. Au bloc opératoire, le chirurgien utilise une sonde de détection peropératoire de type CZT pour vérifier la fixation et guider son geste :
  - a) Identifier les éléments de chaîne de détection (1, 2 et 3) sur le schéma de sonde suivant :



- b) Donner le test de contrôle de qualité réglementaire à effectuer sur ce type de matériel. Expliquer (montage, source, critère d'évaluation, tolérance, fréquence).
  - c) Cette chaîne de détection est plutôt adaptée aux émetteurs de basse énergie. Pourquoi ? Quelle alternative technologique existe-t-il pour les émetteurs de haute-énergie ? Donner les principaux éléments de la chaîne de détection dans ce cas.
5. Quelles recommandations de radioprotection préconiserez-vous pour la prise en charge du patient au bloc opératoire ?