MEDECINE NUCLEAIRE – SYNTHESE

# Novembre 2009

**Le service de médecine nucléaire vient de recevoir une gamma-caméra composée de deux détecteurs. Elle est couplée à un tomodensitomètre (TDM).**

**Question 1 : Quel est l’apport du TDM pour la scintigraphie ?**

*Le TDM permet de donner une information anatomique qui s’ajoute à l’information fonctionnelle de la gamma caméra. De plus, elle permet d’effectuer la quantification en termes de correction d’atténuation.*

**Question 2 : Pour l’aménagement des locaux, la présence du TDM va-t-elle imposer des contraintes supplémentaires vis-à-vis de la radioprotection ? Si oui, lesquelles ? si non pourquoi ?**

*De point de vu radioprotection, au niveau de l’épaisseur des murs il n’y aura pas de contraintes supplémentaires parce que les murs sont construits pour prise en compte d’énergie de plus de 364 keV alors que le TDM a une énergie moyenne de 70 à 80 keV (pour une tension de 120kV).*

**Question 3 : La caméra est livrée avec des collimateurs :**

**a. Basse énergie haute résolution (HRBE)**

**b. Moyenne énergie (ME)**

**c. Haute énergie (HE)**

**Quels contrôles allez-vous réaliser en priorité pour caractériser ces collimateurs (citer sans décrire)?**

*Fuites de blindage*

*Uniformité du système*

*Sensibilité*

*Résolution spatiale*

*Position du centre de rotation*

*Uniformité du système*

*Sensibilité*

*Position du centre de rotation*

**Question 4 : Remplir le tableau suivant**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Radioélément | T1/2 | Mode de désintégration | Principaux rayonnements émis (nature et énergie) | Collimateur(s) associé(s |
| 99mTc | *6h* | *Gamma* | *Gamma 140 keV* | *LEHR* |
| 131I | *8.02j* | *β-et Gamma* | *Gamma et β- 364keV* | *Haute énergie* |
| 123I | *13.2 h* | *CE* | *Gamma 159 keV* | *LEHR* |
| 111In | *2.8 j* | *CE* | *Gamma 171keV-245 keV* | *Moyenne énergie* |
| 201 Tl | *3j* | *CE* | *167 keV* | *LEHR* |

**Question 5 : Citer 3 exemples de scintigraphies pouvant être réalisées avec le 99mTc (avec ou sans TDM associé). Pour chaque exemple, préciser :**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **radiopharmaceutique utilisé** | **l’ordre de grandeur de l’activité administrée** | **Le mode d’administration** | **le mode d’acquisition des images spécifique à cet examen** | **l’information médicale attendue** |
| **Os** | *OStéocis* | *700 MBq* | *IV* | *statique* | *Métastase* |
| **Reins** | *Rénocis*  *DMSA* | *110 MBq* | *IV* | *statique* | *Fonctionnement*  *Des reins* |
| **Gastrique** | *Nanocis* | *37 MBq* | *IV* | *statique* | *Fonctionnement*  *Estomac* |
| **Ganglion sentinelle** | *Nanocis* | *40MBq*  *15 MBq* | *IV* | *statique* | *Captation et localisation des ganglions* |
| **Poumon** | *Pulmocis* | *110 MBq* | *IV (pour la perfusion)* | *Tomoscintigraphie* | *Vérification de voie sanguine ?? Embolie pulmonaire* |
| **Thyroïde** | *TC 99m libre* | *74 MBq* | *IV* | *statique* | *Fonctionnement*  *Recherche nodule* |

**Question 6 : Quelle est la grandeur retenue pour déterminer les NRD en médecine Nucléaire ? Comment l’obtient-on ?**

*Niveau de dose de référence diagnostic : la valeur déterminer sur l’ensemble des dose injectée pour le même examen, le NRD est déterminé à partir du 75e centile de la distribution des moyennes des données recueillies.*

*En médecine nucléaire les données des activités délivrées (en MBq) sont envoyées 1 fois par an. Pour deux examens les plus fréquents dans le service mais pas les mêmes examens sur deux années consécutives (30 patients par examen) 🡪 trop peu de patients en pédiatrie*

*Données à envoyer : poids / âge / taille / activité injectée*

# Novembre 2010

**Question N°1 :**

**Mr Y est suivi pour un cancer pulmonaire. Un examen TEP-TDM est demandé. Quelles informations va-t-il apporter ?**

*L’apport de cet examen est l’information fonctionnelle : captation de FDG en cas de nodule pulmonaire même de petite taille, Bilan d’extension en cas de métastase (cf réponse de la suite)*

**Quel est son intérêt ?**

*Détermination du bilan d’extension => présence ou absence des nodules pulmonaires ou de la métastase osseuse*

**Question N°2 :**

**Citer le radiopharmaceutique habituellement utilisé pour cet examen :** *FDG-F18.*

**Quel est l’ordre de grandeur de l’activité habituellement administrée au patient ? :** *3MBq/ kg* **Donner les caractéristiques physiques du radioélément utilisé (demi-vie physique, type de rayonnement, énergie).** *T1/2 = 110 min émetteur de positron=>annihilation avec un électron de milieu =>émission de deux photons gamma de 0.511 keV photon d’annihilation (180°)*

**Donner un ordre de grandeur des constantes utilisées pour le TDM (kV, mAs), justifier les différences avec celles utilisées pour un TDM « diagnostic »? 120kV et mAs sont modélisées en fonction de la zone à explorée**

*La différence entre TDM pour le TEP et le TDM de diagnostic c’est au niveau des objectifs de l’examen : en TEP pour la correction de l’atténuation et fusion d’image alors qu’en diagnostic pour évaluer vraiment une maladie (diagnostic) donc => haute qualité d’image en termes de Résolution spatiale et contraste ce qui explique la différence sur les paramètres d’acquisitions.*

*mAs modulés en fonction de l’anatomie du patient / 120 kV*

**Question N°3 :**

**Une radiothérapie externe va être réalisée sur ce patient et l’examen TEP-TDM va être utilisé pour le « contourage » du volume à irradier. Présenter le déroulement pratique (chronologie, mode d’administration, mise en place, durée,…..) de l’examen dans ce cas particulier.**

*1/ injection de FDG en Intraveineuse*

*2/Acquisition des données 45min -1h après l’injection (patient alité est en repos total)*

*3/début d’acquisition : patient sur la table identique à celle de la RT avec les mêmes contentions et dans la même position que celle du traitement (fixé par le radiothérapeute)*

*Au niveau des images TDM mise en place du filtre poumon pour la reconstruction des images*

*-kV : 120 kV*

*-mAs modulés en fonction de la corpulence du patient*

*Au niveau des images TEP*

*-pas de 5 min au niveau des poumons et de 2 min en dehors*

*Examen dure 20-30 min*

**Question N° 4 :**

**Quel volume l’examen TEP-TDM permet-il de définir?**

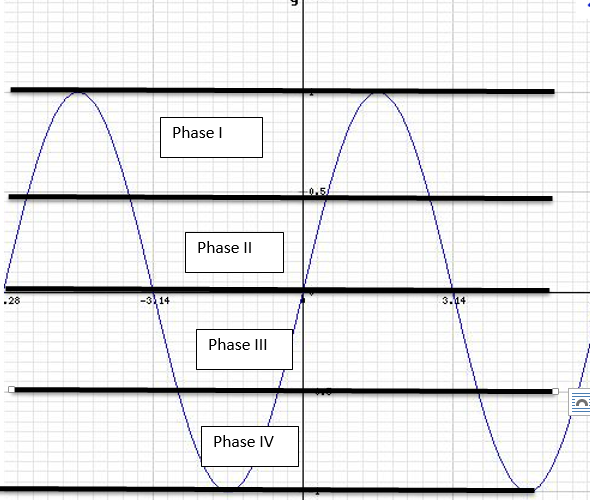
*Le volume GTV,*

*Je pense que c’est plutôt le CTV, étant donné que nous avons une image fonctionnelle et non anatomique, donc on peut visualisation l’extension de la maladie en dehors du volume palpable de la tumeur.*

**Quel est son intérêt ?** *Permet de bien définir le volume à traiter et définir les volumes de CTV et PTV*

**Citer un problème rencontré lors de la définition de ce volume ; en préciser la (ou les cause(s), la (ou les) conséquences et présenter brièvement une méthode permettant de le corriger.**

*Le problème est le mouvement des poumons pendant l’acquisition des images ce qui ne permet pas de bien définir le volume du GTV. Actuellement la méthode le plus utilisé est la synchronisation =>acquisition des images en fonction de la phase respiratoire=>*



**Question N°5 :**

**Dans le cadre d’un examen TEP-TDM, quelles consignes de radioprotection allez-vous proposer pour le personnel, pour le patient et pour son entourage ?**

*Pour le personnel :*

* *Ne pas trop s’approcher du patient lors de sa phase de repos 🡪 éviter une irradiation inutile*
* *Optimiser le temps d’injection et la méthode d’installation du patient*
* *Rester derrière la vitre plombée pendant l’acquisition*

*Pour le patient*

* *Ne pas utiliser les toilettes publiques mais les toilettes liées à la cuve de décroissance*
* *Tirer deux fois la chasse d’eau lorsqu’il est chez lui*
* *Ne pas s’approcher d’une femme enceinte, des enfants et des adultes de façon prolongée*
* *Arrêter l’allaitement pendant une semaine après l’examen*

*Et pour son entourage*

* *ne pas rester longtemps avec le patient*
* *ne pas approcher des enfants ou d’une femme enceinte du patient*

**QuestionN°6 :**

**Citer trois (3) tests du contrôle de qualité à faire régulièrement sur un TEP-TDM. Préciser leur intérêt et donner un exemple de périodicité**

*Quotidien : contrôle de l’uniformité bonne qualité d’image*

*Mensuel : Correspondance centre de TEP et TDM pas de distorsion sur l’image=> qualité d’image*

*Mensuel : Exactitude des corrections SUV bonne quantification*

*Mensuel : Contrôle de l’exactitude de correction d’atténuation bonne quantification*

* *Aucune règlementation sur les CQ TEP, seulement des recommandations (NEMA).*

# Mars 2011

**1. En Médecine Nucléaire, les examens suivants sont régulièrement réalisés : Scintigraphie osseuse, scintigraphie pulmonaire de ventilation et de perfusion, ventriculographie isotopique à l’équilibre, scintigraphie thyroïdienne, TEP-TDM. Pour chacun de ces examens, indiquer les informations suivantes :**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Examen** | **Scintigraphie osseuse** | **Scintigraphie pulmonaire** | **Ventriculographie** | **Scintigraphie thyroïdienne** | **TEP-TDM** |
| **Objectif examen** | *Infections ostéo-articulaires – Inflammations – Tumeurs primitives – métastases osseuses – Orthopédie : fractures, rhumatismes – Pédiatrie* | *Recherche embolie pulmonaire / Pneumopathie /Bilan pré-op / infarctus pulmonaire – Vérification du fonctionnement de voie sanguine pour la perfusion et la vérification de voie aérienne pour la ventilation* | *Mesure de la fraction d’éjection – analyse de l’effet de la chimiothérapie sur le cœur – analyse des troubles du rythme ventriculaire* | *Test pré thérapeutique pour iode 131 – Fonctionnement de la thyroïde (captation ou pas) – Goitres multinodulaires – Recherche de nodules* | *FDG : analogue glucose, utilisé pour : suivi thérapeutique des cancers, diagnostic, stadification*  *MISO : traceur hypoxie pour cancers ORL / poumon / prostate*  *Choline : traceur cancer prostate*  *DOPA : traceur neurologie / exploration squelette* |
| **Radionucléide utilisé** | *Ostéocis- Tc99m*  *Diphosphonate*  *99mTc-HMDP (analogues au calcium)* | *Perfusion : Pulmocis - 99mTc, MAA-99mTc*  *Ventilation : Technegas, 81mKr* | *Angiocis-99mTc*  *Pyrophosphate d’étain-99mTc*  *Albumine-99mTc* | *Tc99m ou I123* | *18F (FDG, MISO, DOPA)* |
| **Ordre grandeur activité administrée** | *10MBq/kg*  *NRD : 700 MBq* | *Perfusion : 111 MBq de Pulmocis*  *ou 240 MBq de MAA-99mTc*  *Ventilation : patient toujours connecté au Krypton (T1/2 =13s)*  *Attention pour la femme enceinte activité divisée par 2* | *700 MBq adulte*  *NRD : 850 MBq* | *74MBq MIBI-TC99m acquisition de 15min 20min après injection (1.5 MBq/kg)*  *I123 12MBq acquisition de 20min 2h après injection*  *NRD : 10MBq 123I - 80MBq 99mTc* | *3-4 MBq/kg*  *NRD = 350 MBq* |
| **Mode administration** | *IV* | *Perfusion : IV*  *Ventilation : inhalation* | *IV* | *IV* | *IV (si glycémie < 1.5 g/mL)* |
| **Appareil imagerie** | *Gamma caméra* | *Gamma caméra* | *Gamma caméra* | *Gamma caméra* | *TEP/TDM* |
| **Collimateur** | *LEHR* | *LEHR ou MEPG détection double isotope* | *LEHR* | *Pinhole sténopé le plus proche de la thyroïde* | *-* |
| **Mode(s) acquisition données** | *Statique 128\*128*  *Dynamique 60 image /10s*  *Acquisition Corps Entier précoce (5 min) ou tardif (3-4h)*  *16 cm/min matrice 256\*1024*  *Tomo 128 x128 32 projections*  *Têtes en mode H* | *Tomoscintigraphie matrice 128 x128 64 projections 15-20s/projection et/ou planaire statique à différentes incidences 2 min 128\*128*  *Zoom 1,45 – Têtes mode H* | *Statique colli proche cœur 128\*128 16 projections de 300s et Tomo*  *Têtes mode H*  *Synchro possible à l’ECG* | *Mode planaire 256 x 256*  *Tc : acquisition après 20 min*  *I : acquisition après 1h à 24h*  *Repérage anatomique au crayon de 57Co* | *Acquisition après repos strict du patient pendant 1h*  *Patient vide vessie avant acquisition*  *CT (mAs auto) puis TEP 20-30 min acquisition*  *15cm/step avec recoupe 10-20%* |
| **Exploitation des images** | *Fixation +++ au niveau des foyers pathologiques, analyse en fonction du contexte clinique* | *Anomalie perfusion/ventilation = embolie*  *Si perfusion normale quelque soit la ventilation = pas embolie* | *Contourage VG pour déterminer son volume + quantification pour FEV* | *-* | *Fixation +++ là où affinité importante au traceur* |

**En médecine Nucléaire, comment applique-t-on le principe d’optimisation de la dose reçue par le patient ? Citer et décrire brièvement les différentes actions envisageables en illustrant par des exemples**

*L’optimisation en médecine nucléaire est basée principalement sur la nature, le type de traitement, la nature du radioélément et le poids du patient. En effet, en fonction des patients les activités administrées seront optimisées, par exemple :*

* *pour les enfants dans le cas de scintigraphies osseuses la dose est fixée par le poids, pour un patient de 3.5 kg, la dose est de 40 MBq et de 170 MBq pour un patient de 20kg*
* *pour un adulte de 70 kg l’activité est de l’ordre de 700 MBq alors que l’activité sera de l’ordre de 800 MBq pour un patient de 80 kg.*
* *dans le cas de la thyroïde avec I123 (159 keV) l’activité est de 12 MBq alors que pour le Tc 99m elle est de 74 MBq (140keV)*

# Novembre 2011

**Une exploration couplée de la perfusion et de la ventilation par scintigraphie pulmonaire est réalisée en urgence chez Mme X. enceinte de 6 mois pour suspicion d’embolie pulmonaire.**

**1. Citer une alternative à la scintigraphie pulmonaire pour la recherche d’embolie pulmonaire. Est-elle adaptée au cas de cette patiente ? Justifier votre réponse.**

*CT thorax ou angiographie mais patiente enceinte donc pas possible car ces examens sont plus irradiants pour le fœtus*

**2. Citer un radio pharmaceutique utilisé pour la scintigraphie pulmonaire de perfusion. Préciser les caractéristiques physiques du radionucléide utilisé.**

*99m Tc-MAA : émetteur gamma, période 6h, 140keV*

**3. Deux radionucléides différents peuvent être utilisés pour la scintigraphie pulmonaire de ventilation. A partir des caractéristiques physiques de ces deux radionucléides, indiquer celui qui est le mieux adapté au cas de Mme X., justifier votre réponse.**

*81mKr : gaz radioactif, période 13s, E=193keV OU Technégas : aérosol marqué au Tc99m*

*Pour Mme X : privilégier le Krypton car période très très courte par rapport au Tc donc moins d’irradiation fœtus.*

**4. Présenter le déroulement pratique de l’examen en indiquant pour la perfusion et pour un exemple (au choix) de ventilation : l’ordre de grandeur de l’activité administrée, le mode d’administration et la chronologie de l’examen.**

*En salle : injection de Tc par IV (250 MBq max) + pose d’un masque pour inhalation du gaz radioactif*

*Durée : environ 10 min*

*Rq : Femme enceinte : pas de ventilation et dose perfusion 111/2 MBq avec Pulmocis 99mTc*

**5. Préciser et justifier le choix du collimateur en fonction des radionucléides utilisés.**

*LEHR acquisition double isotope (ou MEGP sur certaines caméras)*

**6. Dans le cas où les 2 radionucléides utilisés sont différents, on vous demande si les scintigraphies de ventilation et de perfusion peuvent être réalisées simultanément. Sur quel paramètre caractéristique de la caméra devez-vous être vigilant pour répondre à cette question? Justifier votre réponse.**

*Oui possible en même temps avec détection double isotope (énergies différentes : 140 et 193 keV)*

*Il faut vérifier que les CQ enregistrement spatiale en fenêtres multiples et résolution (capacité localisation point émission) en énergie soient corrects*

**7. Le médecin nucléaire vous demande d’estimer la dose reçue par le fœtus lors de cette exploration pulmonaire. Comment allez-vous procéder ? Citer et décrire succinctement la méthodologie utilisée, préciser son intérêt et ses limites.**

*MIRD en prenant en compte la masse de la patiente (adaptation des facteurs S)*

*Relever l’activité injectée*

*Tables dans CIPR en fonction radionucléide et activité*

*Utilisation possible de logiciels de simulation sur fantôme*

*MAIS : fantôme, pas patiente et pas avec corpulence de femme enceinte.*

**8. Qu’allez-vous proposer pour réduire cette dose ?**

*• Optimisation de la dose en fonction du poids de la patiente*

*• Assurer la qualité d’image rapport dose qualité d’image*

*(Réduire activité. Mettre collimateur au plus proche de la patiente)*

**9. Une exploration pulmonaire de contrôle sera réalisée chez Mme X. après son accouchement. Quelles recommandations lui donnerez-vous alors pour la radioprotection de son enfant ? Combien de temps devra-t-elle appliquer ces recommandations.**

*Pas de contact prolongé pendant quelques jours*

*Pas allaitement*

*Boire beaucoup et uriner*

# Février 2012

**Avant de débuter un traitement par chimiothérapie, une gamma-angiographie des cavités cardiaques (ventriculographie isotopique) peut être prescrite.**

**1. Quel radioélément utilise-t-on pour réaliser cet examen ? Donner ses caractéristiques physiques.** *99m Tc-albumine émetteur gamma à 140 keV, période 6h*

**2. Quel appareil va-t-on utiliser ?** *Gamma caméra*

**Préciser et justifier le choix du collimateur utilisé.** *Tc99m émetteur de 140 keV basse énergie => un collimateur parallèle de Haute Résolution et basse énergie LEHR permet d’avoir une bonne qualité d’image*

**3. Présenter le déroulement pratique de l’examen en indiquant en particulier : l’ordre de grandeur de l’activité administrée, le mode d’administration, la chronologie de l’examen, la ou les incidences d’acquisition des données et la durée moyenne de l’examen.**

*Marquage in vitro :*

*1/injection de l’Angiocis® ou Technescan®*

*2/prélèvement sanguin*

*3/Marquage de Angiocis (globule rouge) avec du Tc99m Activité de 1200MBq-740 MBq*

*4/ injection de Angiocis marqué au Tc99mm 20 min après*

*5/acquisition des images statiques (une matrice de 64x64) en oblique collimateur à 45° (le plus proche du cœur), 16 images par cycle de 300 coups par image (temps totale de l’ordre de 45 min) avec la synchronisation ECG*

*Marquage in vivo :*

*1/injection IV de l’Angiocis ou Technescan® ou pyrophosphate d’étain + 99mTc*

*2/Attente 20 minutes*

*3/Injection du Tc99m (A=740-1200MBq) sous la camera*

*5/Acquisition des images statiques (une matrice de 64x64) en oblique collimateur à 45°, 16 images par cycle de 300 coups par image (temps totale de l’ordre de 45 min) avec la synchronisation ECG*

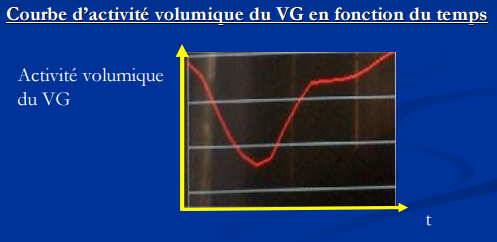
**4. En vous aidant d’un schéma approprié, décrire le principe d’une acquisition synchronisée à l’ECG; quel en est le but ?**

*L’ECG permet de donner des informations fonctionnelles en synchronisation avec le cycle cardiaque (ex la fraction d’injection et la quantification de la fonction de VG et VD) généralement.*

*Chaque photon détecté est affecté à une phase du cycle cardiaque. Le cycle cardiaque est divisé en 16 segments afin de bien analyser l’information fonctionnelle.*

**Quelle condition doit-on respecter pour obtenir un enregistrement de qualité ? Cet examen est-il réalisable chez tous les patients ? Justifier votre réponse.**

*Lorsque le rythme cardiaque du patient est instable l’acquisition synchronisée est non réalisable. Le système d’enregistrement va rejeter les coups ce qui augmente le temps de l’examen et fausse les résultats.*



**5. Définir le principal index cardiaque calculé et les étapes principales du traitement des images qui permettent son calcul. Fraction d’injection synchronisation ECG.**

*Contourage du VG pour déterminer son volume puis quantification afin de déterminer la FEV.*

**6. Dans le cadre de cet examen, quelles consignes de radioprotection pouvez-vous proposer pour le personnel, pour le patient et pour son entourage ?**

Pour le personnel : surveillance du patient à distance (effet de la distance 1/r²)

Utilisation de tablier plombé lors de l’installation

Pour le patient lui informé de :

* Ne pas rester en contact prolongé avec son entourage particulièrement avec les enfants et les femmes enceintes
* Ne pas utiliser les toilettes publiques de l’hôpital après son examen (utilisation des toilettes reliées aux cuves de décroissance dans le service)

**7. Un autre type d’acquisition synchronisée des images est utilisé en médecine nucléaire : lequel, pour quel type d’examen, avec quel appareil et dans quel but?**

*Scintigraphie myocardique d’effort avec 99mTc-MIBI*

*Examen en mode tomoscintigraphie 16 projections synchronisation ECG angle de collimateur de 90° (mode L) avec gamma caméra*

*Permet évaluation d’une maladie cardiovasculaire (viabilité myocardique, ischémie infarctus)*

*Protocole 1 jour : effort 300MBq – repos 800MBq*

*Protocole 2 jours : effort 850MBq – repos 850MBq*

# Novembre 2012

**Au vu des résultats des dosages des hormones thyroïdiennes, une hyperthyroïdie est suspectée chez Madame M.**

**1. Une scintigraphie thyroïdienne est prescrite, quelle(s) image(s) caractéristique(s) attend-on pour cet examen ?**

*(Image en mode statique matrice de 128x128 zoom 2.67 collimateur Pinhole + Tomo ?)*

*Une image scintigraphique ne peut s’interpréter correctement qu’en ayant connaissance du contexte clinique et du niveau de TSH.*

* *Nodule toxique*

*Il apparaît comme une fixation focalisée, en regard de la formation nodulaire, avec extinction du parenchyme adjacent et controlatéral.*

* *Maladie de Basedow*

*Elle apparaît comme une fixation diffuse, bilatérale, homogène, avec captage et organification[[1]](#footnote-1) élevés.*

**2. Deux radionucléides peuvent être utilisés pour cet examen. Les citer et pour chacun d’eux donner ses caractéristiques physiques (principal rayonnement émis, énergie, demi-vie) et la forme radiopharmaceutique utilisée.**

*1- I123 (159keV-émetteur de gamma T ½ 13.2h) 10 MBq -> Bilan d’hyperthyroïdie : recherche de nodule(s) autonome(s).*

*2- Tc 99m (140keV émetteur de gamma t ½ 6h) 80 MBq -> Exploration de nodules thyroïdiens à TSH basse ou normales. Bilan d’hyperthyroïdie avec ou sans nodule.*

**3. Pour chacun des deux radionucléides pouvant être utilisés, présenter le déroulement pratique de l’examen en indiquant en particulier : l’ordre de grandeur de l’activité administrée, le mode d’administration et la chronologie de l’examen.**

***Pour Tc99m***

1. *Injection de Tc99m libre 80 MBq Pertechnétate, TcO4-(1.5 MBq/kg)*
2. *15-20 min après l’injection, début de l’examen pendant 15 min en mode statique avec un collimateur pinhole et zoom de 2.67 et matrice de 128x128.distance collimateur-thyroïde 10 cm.*

*1 tête antérieur, matrice 256\*256, arrêt à 130 kcps*

***Pour I123***

1. *Injection d’I123 (NaI) 10MBq*
2. *2h parés début de l’acquisition de l’examen en mode statique pendant 20 min avec un collimateur pinhole et zoom de 2.67 matrice de 128x128. distance collimateur-thyroïde 10 cm.*

**4. Quel dispositif médical du service de médecine nucléaire va-t-on utiliser pour effectuer l’acquisition des images ?** *Gamma caméra*

**Préciser et justifier le choix du collimateur utilisé.**

*Collimateur pinhole vu la taille de la thyroïde et les caractéristiques de collimateur en termes d’agrandissement de l’image.*

**Quel mode d’acquisition utilise-t-on ?** *Mode statique*

**Citer un contrôle de qualité particulièrement important à vérifier dans le cadre de cet examen ?** *CQ non uniformité*

**Donner le principe de ce contrôle (ne pas décrire le contrôle).**

*Permet de caractériser l’uniformité de réponse de la gamma caméra => Qualité de l’image (organe de petite taille), réponse des photomultiplicateurs identique : tous les éléments du détecteur répondent de la même façon à un flux constant de photons issu d’une galette de 57Co*

**5. La scintigraphie confirme la suspicion d’hyperthyroïdie diffuse (maladie de Basedow). Une radiothérapie métabolique est envisagée et proposée à la patiente.**

1. **Citer une contre-indication absolue à ce type de traitement.**

*Femme enceinte*

*Allaitement*

1. **Quel radionucléide sera utilisé pour cette radiothérapie métabolique ?** *I131*
2. **Donner ses caractéristiques physiques puis en se basant sur ces caractéristiques, présenter les avantages et les inconvénients de ce radionucléide pour une utilisation à visée thérapeutique.**

***Iode 131****:*

* *T ½ = 8.02 jours,*
* *Principalement émetteur β- (90% des désintégrations), avec une énergie moyenne de 192 keV. Ces désintégrations sont accompagnées de l’émission de rayonnement gamma dans 81%, d’énergie principale de 364,89 keV.*
* *Ceci qui permet le traitement localisé de la thyroïde et la réalisation des images scintigraphie ensuite CE. L’inconvénient est au niveau de la radioprotection* 🡪 *chambre adaptée*

**6. Quels sont les paramètres à prendre en compte pour calculer l’activité à administrer ? Comment les obtient-on (donner le principe sans décrire dans le détail)?**

* *volume à traiter*
* *taux de fixation*
* *poids du patient*
* *clairance d’iode*

**

*Avec, A l'activité visée, D la dose délivrée à l'organe, V le volume cible, k une constante déterminée empiriquement de 24,7, Umax l’uptake (absorption) maximal et Teff la demi-vie effective.*

**7. L’administration de l'activité dont vous préciserez la quantité nécessite-t-elle une hospitalisation en chambre radioprotégée ? Justifier votre réponse**

*L’activité varie de 800MBq à 1200 MBq. Cela nécessite une hospitalisation (car >740MBq) entre 3 à 7 jours.*

*Aucune réglementation ne limite le débit de dose autorisé pour la sortie des patients ayant reçu une dose thérapeutique en irathérapie.*

*Pour les maladies de Basedow, traitement avec une activité comprise entre 300 et 700 MBq, qui ne nécessite pas d’hospitalisation.*

**8. Quelles sont les recommandations en matière de radioprotection à donner pour la patiente, pour son entourage et pour l’environnement ?**

*Ne pas rester en contact avec la famille*

*Pas d’allaitement pour les femmes*

*Pas de grossesse pendant 4 mois qui suivent*

*Pas de contact avec les enfants ++++*

* *Avoir une tenue d’intérieur pour le séjour en chambre.*
* *Bien s’hydrater tout au long de la journée pour favoriser l’élimination par les urines.*
* *Se laver les mains régulièrement.*
* *Prendre une douche tous les jours.*
* *Rester à demeure de la chambre, éviter les visites.*
* *Eviter les bijoux*
* *Après le séjour, éviter une longue promiscuité avec les enfants et les femmes enceintes.*
* *Eviter de partager tous éléments pouvant être contaminés par la salive, la sudation.*
* *Eviter les rapports sexuels non protégés.*

# Février 2013

**Le service de médecine nucléaire doit acquérir une caméra à scintillations. Elle sera essentiellement utilisée pour faire des scintigraphies osseuses, y compris chez des jeunes enfants.**

1. **Citer un radiopharmaceutique utilisé pour la scintigraphie osseuse. Quel est l’ordre de grandeur de l’activité habituellement administrée à un patient adulte ?**

* *Osteocis (Oxydronate de sodium) marqué ou Tc99m Activité 10 MBq/Kg*
* *HMDP (Hydroxyméthylène Diphosphonates) marqué ou Tc99m Activité 10 MBq/Kg*
* *NRD = 700MBq*

1. **Donner les caractéristiques physiques du radionucléide utilisé (demi-vie physique, type de rayonnement, énergie).**

*T ½ 6.02h, E=140keV, émetteur de rayon gamma*

1. **Citer et donner les principales caractéristiques du mode d’acquisition des données spécifique à la scintigraphie osseuse.**

*Phase précoce :*

* *Acquisition dynamique (avec une phase vasculaire et une phase tissulaire au temps parenchymateux) (dans le cas des algoneurodystrophie).*
* *Acquisition statique de 5 à 10 min sur la zone explorée : matrice 128x128 collimateurs parallèles (distance collimateur/patient la plus proche possible)*

*Acquisition en mode corps entier précoce ou tardive selon l’examen*

*Matrice 256x1024 vitesses de déplacement de lit 20cm/min collimateur parallèle LEHR (distance collimateur patient la plus proche possible)*

*Phase tardive :*

* *Retour du patient en médecine nucléaire : 3h après pour une acquisition en mode corps entier au Temps Osseux (durée 40 min), Matrice 256x1024 vitesses de déplacement de lit 20cm/min collimateur parallèle LEHR (distance collimateur patient la plus proche possible)*

1. **Dans le cadre de la scintigraphie osseuse, des images complémentaires peuvent être réalisées. Citer et donner les principales caractéristiques des modes d’acquisition alors utilisés. Quels sont les apports de ces images complémentaires.**

*Tomoscintigraphie ; Matrice 256x256,*

*Nombre des projections : 32 projections de 15-20 s par projection*

*Collimateur parallèle LEHR*

*Fusion d’image fonctionnelle et anatomique. Apport d’information anatomique par le TDM, permet une meilleure localisation de la lésion + correction atténuation. 🡪 Zoom sur la région souhaitée*

1. **En vous aidant des réponses données aux questions précédentes, quel avis (en précisant les arguments qui vous ont conduit à faire ce choix) allez-vous donner pour :**

**a) le choix du nombre de détecteurs**

*2 détecteurs parallèles image ANT ET POST en même temps pour avoir le + infos possible sans rallonger les temps d’acquisition et sans injecter trop d’activité*

**b) le choix des collimateurs :**

*LEHR basse énergie Tc 99m (140keV) et haute résolution : à adapter à l’énergie du radioélément et à la zone à imager*

**c) le choix de l’épaisseur du scintillateur :**

*De l’ordre de 9 mm compromis entre la résolution spatiale et la sensibilité (plus l’épaisseur augmente plus la sensibilité augmente => mais la résolution spatiale diminue)*

**6. On vous demande si l’acquisition d’une caméra hybride est justifiée.**

**a) que signifie caméra hybride ? ;**

*Gamma caméra associée à un CT*

**b) pour quel mode d’acquisition des données a-t-elle un intérêt ?**

*En mode tomoscintigraphie*

**c) quel est son apport en scintigraphie osseuse ?**

*Localisation anatomique de la lésion peut permettre un diagnostic différentiel + correction atténuation*

**d) quels sont les inconvénients potentiels liés à son utilisation ? Quelles solutions pouvez-vous proposer pour limiter ces inconvénients ?**

*L’inconvénient majeur est la dose due au TDM (image à l’instant t)ainsi que le mouvement entre les images TDM et l’image scintigraphique réalisée sur avec un temps d’acquisition plus important (flou cinétique)*

*Afin de réduire la dose, utiliser une modulation du courant en fonction des zones anatomique explorées. Adapté le protocole TDM en fonction de la corpulence des patients en terme de poids.*

*Optimisation de l’acquisition TDM.*

**e) au bilan qu’allez-vous répondre à la question posée (en question #6) ?**

*Oui car donne + infos et si utilisation optimisée : pas trop d’inconvénients*

**7. Une gamma caméra à semi-conducteur pourrait-elle être envisagée dans le cadre de cet achat ? Justifier votre réponse.**

* *Oui dans le cas de Tc 99m mais la CZT ne vas pas répondre à nos besoins si la scintigraphie sera faite suite à gélules I-131.*
* *Camera CZT essentiellement utile pour les acquisitions de scintigraphie cardiaque, et éventuellement de scinti cérébrale avec quelques modifications, l’examen est fois plus rapide et 6 à 8 fois plus sensible qu’une SPECT conventionnelle. La durée d'examen est réduite à 5 minutes.*

**8. Vous profitez de cette acquisition pour obtenir l’ensemble des accessoires nécessaires pour réaliser le contrôle de qualité des caméras à scintillations (y compris les caméras hybrides) du service. Les citer, les décrire succinctement et pour chacun d’eux, citer le ou les paramètres qu’il permet d’évaluer et de contrôler.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***Contrôle*** |  | ***Mode*** | ***Matrice*** |
| *Non uniformité extrinsèque* | *Source plane de Co57<500MBq* | *Statique* | *64x64* |
| *RS système* | *Tc99m 200MBq/ml* | *Statique* | *512x512* |
| *Centre de rotation* | *Tc99m source ponctuelle 30MBq* | *Statique* | *512x512* |
| *Spectrométrie* | *Tc99m source ponctuelle activité de 0.4MBq* | *Statique* | *512x512* |
| *Uniformité corps entier* | *Source plane de Co57<500MBq* | *Statique* | *256x1024* |
| *Qualité d’image* | *Fantôme de qualité d’image activité de 700MBq* | *tomo* | *128x128* |
| *Bruit uniformité Nct de l’eau* | *Fantôme de diamètre 32 cm et 16 cm* | *-* |  |
| *CTDI* | *Chambre crayon 100mm* | *-* |  |

**9. Dans le cadre de la radioprotection du personnel du service de médecine nucléaire, vous devez faire l’étude du poste « scintigraphie osseuse » pour un manipulateur d’électroradiologie chargé de l’administration du radiopharmaceutique et de la réalisation de la scintigraphie.**

**a) citer (sans décrire) les différentes étapes que vous prévoyez pour réaliser cette étude.**

* *évaluer la dose pendant l’administration du produit dosimétrie in vivo*
* *évaluer la dose pendant l’examen dosimétrie in vivo*
* *étudier les moyens de radioprotection déjà en place*
* *évaluer la méthode de travail du personnel*

**b) de quel(s) matériel(s) aurez-vous besoin ?**

*Détecteur (exemple OSL, TLD) – Dosimètres opérationnel et passif Détecteur d’ambiance atmosphérique - Sonde AT23*

# Novembre 2013

**Votre service de médecine nucléaire va utiliser de l’Octréoscan® (pentétréotide marqué à l’indium 111) pour la recherche de tumeurs neuroendocrines.**

***Question N°1***

**Les principales caractéristiques physiques de l’indium111 sont reportées dans le tableau ci-dessous (extrait de Radionucléides & Radioprotection, D. Delacroix, J.P. Guerre, P. Leblanc, EDP sciences).**

**a) En plus des contrôles réglementaires de l’activimètre, vous décidez d’évaluer l’influence du conteneur de la source sur la valeur de l’activité affichée. Décrivez la méthodologie utilisée pour ce test ; pensez- vous avoir une différence entre un flacon en verre et une seringue en plastique ? Justifiez votre réponse.**

*Étalonnage en géométrie flacon*

*Matériel :*

*Source étalon*

*Certificat de la source laboratoire primaire*

*Méthode :*

*Mise en place de la source dans l’activimètre et Mesurer le signal dans sa géométrie flacon.*

*Introduire la valeur de l’activité indiquée dans la source (valeur au moment de la mesure)*

*Calculer le facteur d’étalonnage en mode flacon*

*Etalonnage en géométrie seringue*

*Matériel :*

*Source étalon*

*Certificat de la source laboratoire primaire*

*Méthode :*

*Prélever un volume V (ml) du flacon de la source étalon*

*Mesurer l’activité de la source restante*

*Faire une soustraction de l’activité initiale pour avoir l’activité résiduelle dans la seringue*

*Oui, différence, si un seul étalonnage. Sensibilité différente de l’activimètre.*

*Matériau différent : verre vs plastique 🡪 verre atténue plus que plastique*

**b) Pour l’acquisition des images scintigraphiques :**

**• quelle(s) fenêtre(s) spectrométrique(s) proposez-vous ?** *171 keV ± 10% / 245 keV ± 10 %*

• **quel collimateur faut-il utiliser ? Justifiez votre réponse.** *MEGP pour détection des 2 énergies*

***Question N°2***

**1. Dans le cadre de cet examen, un examen par TEMP-TDM est réalisé.**

**a) Indiquez la particularité de la TEMP-TDM.**

*Informations anatomique et fonctionnel en même temps 🡪 images 3D*

**b) Présentez le déroulement de l’acquisition des données.**

*Patient injecté + repos de 4h min*

*D’abord CT puis acquisition des projections TEMP + reconstruction*

*Acquisitions 4h/24h/48h*

**c) Quels sont les apports du TDM ?**

*Informations anatomiques avec plus de détails dans la région hyperfixante + correction atténuation à partir carte d’atténuation du CT*

**d) Quels contrôles de qualité spécifiques à la TEMP-TDM allez-vous réaliser ? Précisez le principe de chaque contrôle.**

*Vérification recalage TEMP/TDM (mensuel)*

*Tous les contrôles liés au CT :*

* *CTDI*
* *Nombre CT / bruit / homogénéité / uniformité (semestriel)*
* *Qualité image🡪 pas d’artéfact*

*Centre de rotation*

*Centre géométrique, coïncidence avec centre électronique*

*Spectrométrie homogénéité correspondance de taux de détection entre deux détecteurs*

*Exactitude angulaire*

*Résolution intrinsèque en énergie*

*Variation angulaire*

*Variation angulaire de spectrométrie (initiale)*

*Qualité image : pas d’artéfact (Jaszczack) +profil homogène avec correction atténuation (annuel)*

**2. L’activité administrée au patient est de l’ordre de 200 MBq.**

**a) Quelles consignes de radioprotection allez-vous donner au patient ou au personnel du service (en cas d’hospitalisation) ?**

*Avec données : au contact de la seringue : 240 mSv/h*

*Personnel ne doit pas rester au contact du patient*

*Pas de visite prolongée*

*Pas de contact femme enceinte et enfant*

*Uriner régulièrement / Boire beaucoup*

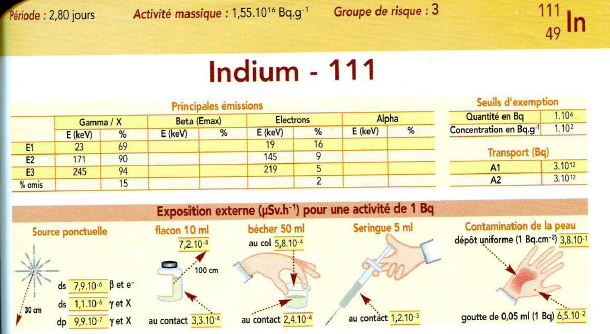
**b) Comment allez-vous organiser la gestion des déchets radioactifs générés par cet examen ? Justifiez votre réponse.**

*Plus longue période (2.8 j) 🡪 à mettre à part*

*Stockage sur site (local spécifique) pendant au moins 10 périodes (environ 1 mois)*

*Vérification avant départ du débit de dose au contact pour départ déchets non contaminés*

*Débit < 2\* bruit de fond*



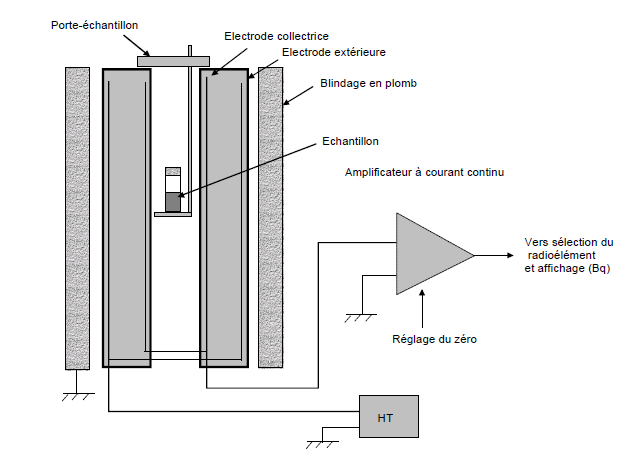
# Mars 2014

**Le service de médecine nucléaire vient d’acquérir un activimètre. Il sera utilisé pour toutes les préparations radiopharmaceutiques sauf celles concernant la TEP-TDM.**

1. **Représenter schématiquement un activimètre et rappeler son principe de fonctionnement. Préciser en quoi va consister son étalonnage ?**

*L’activimètre est constitué d’une chambre d’ionisation à puits sous pression qui permet de mesurer une quantité de courant d’ionisation généré dans son volume isosensible « entre les électrodes de collection » lors de la mise en place d’une source radioactive.*

*Le facteur d’étalonnage permet de convertir la quantité du courant mesurée en une activité relative à la source présente dans l’activimètre F (pA/MBq)*



**2. A la réception de l’appareil, vous devez réaliser certains tests tels que : la linéarité, le volume d’isosensibilité, la reproductibilité, la répétabilité et l’influence du conteneur. Pour chacun des tests cités, vous préciserez :**

**a. son but,**

**b. son principe,**

**c. les caractéristiques de la source utilisée,**

**d. L’intérêt de ce test pour l’utilisation de l’activimètre en routine clinique.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Test** | **but** | **son principe** | **les caractéristiques de la source utilisée** |
| ***la linéarité***  *principe : Contrôle la linéarité de la réponse : vérifier que le facteur d’étalonnage est toujours valable pour différentes niveau d’activité : mesure continue de l’activité pour différente niveau « faible et haute activité»*  *but : La linéarité est la capacité de l’activimètre de fournir des résultats lié à la mesure par un facteur proportionnel constant et indépendant de la mesure ;*  *Intérêt : Vérification de la fiabilité de mesure de l’activité*  *Source Tc 99 m de haute activité au moins 4 GBq*  *Mesure sur 4 jours T1/2 6h Energie de 140keV*  *Tolérance : écart inférieur à 5% dans la gamme d’activité utilisée en routine* | | | |
| ***volume d’isosensibilité***  *principe : Evaluer le volume d’isosensibilité de l’activimètre*  *but : Le volume d’isosensibilité est défini comme le volume de la chambre d’ionisation à puits dans laquelle la variation de réponse d’une source quasi ponctuelle reste <1% :*  *Evaluer la réponse de la chambre à puits pour différente position de la source dans le volume*  *Intérêt : Vérification de la fiabilité de mesure de l’activité dans le volume d’isosensibilité <1%*  *Source quasi ponctuelle T1/2 6h*  *Energie de 140keV* | | | |
| ***la reproductibilité***  *but : Evaluer la capacité de l’activimètre à fournir la même mesure pour la même source dans des conditions différentes*  *principe Evaluer la réponse de l’activimètre pour la même source avec repositionnement de la source à chaque mesure*  *Intérêt : Vérification de la fiabilité de mesure de l’activité pour la même source pour différentes conditions de mesure*  *Source de période longue (de constance) Cs 137 (T1/2 = 30.1 ans) ou Ba 133 (T1/2 = 10.5 ans) et d’activité >40MBq*  *On doit avoir : écart-type < 1%* | | | |
| ***la répétabilité***  *but : Evaluer la capacité de l’activimètre à fournir la même ~~mesure~~ réponse pour une même source dans les mêmes conditions*  *principe : Evaluer la réponse de l’activimètre pour la même source dans les mêmes conditions sans repositionnement de la source à chaque mesure*  *Intérêt : Vérification de la fiabilité de mesure de l’activité pour la même source dans les mêmes conditions de mesure*  *Source de période longue Cs 137 ou Ba 133 et d’activité >40MBq* | | | |
| ***l’influence du conteneur***  *but : Vérification de facteur d’étalonnage pour les deux configurations seringue et flacon*  *principe : Evaluation de la mesure d’activité pour différentes géométrie de sources seringue et flacon*  *Intérêt : Vérification de la fiabilité de mesure de l’activité en fonction de la géométrie de la source*  *Flacon d’une source radioactive avec une activité d’étalonnage bien déterminée certificat d’étalonnage* | | | |

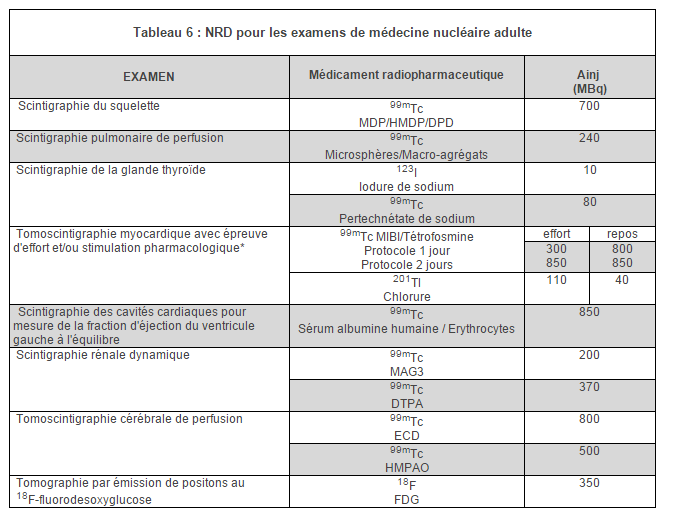
**3. Le service de médecine nucléaire doit établir chaque année et transmettre à l’IRSN, les données relatives aux niveaux de référence diagnostique (NRD) pour deux types d’explorations réalisées dans le service.**

1. **Donner les grandeurs et unités utilisées pour ces NRD,**

*Pour scintigraphie osseuse corps entier 700 MBq*

*Scintigraphie thyroïdienne 80 MBq Tc99m et 10 MBq en I123*

*En complément :*



1. **Donner une justification à l’existence de NRD spécifiques à la pédiatrie en médecine nucléaire.**

*En pédiatrie la radiosensibilité des organes est plus importante que pour les adultes => plus de risques à long terme et activité à adapter en fonction du poids : différence enfant/adulte.*

**4. Dans le cadre de la radioprotection du personnel, vous devez faire l’étude dosimétrique du poste « préparation des médicaments radiopharmaceutiques ».**

1. **Citer (sans les décrire) les différentes étapes de cette étude de poste,**

*Description de l’installation*

*Identification des sources utilisées avec les activités*

*Identifier les personnelles ciblés*

*Identifier les salles d’injections*

*Identifier les moyens de radioprotection*

*Evaluation des taches*

*Nombre de patient*

*L’activité injectée*

*Evaluation du système de travaille*

*Acquisition de données dosimétrique résultats de dosimètre actif et passif*

*Mesure de la dose en extrémité cristallin ….*

*Optimisation de la radioprotection=>méthode de travail*

**b. A quel(s) risque(s) lié(s) à la radioprotection ces agents sont-ils soumis ?**

*Risque de contamination externe + interne => contamination atmosphère (I131) => préleveur aérosols*

**Quelles données allez-vous recueillir ? Avec quel(s) matériel(s) ?**

*Mesure atmosphérique ; préleveur aérosols*

*Résultats de dosimètre passif et actif + mesure avec détecteurs type OSL, TLD*

**d. Que pouvez-vous proposer pour optimiser la radioprotection des agents sur ce poste de travail ?**

* *Utilisation des moyens de radioprotection ;  protège seringue plombés*
* *Optimisation de temps « d’injection et de préparation »*
* *la distance par rapport à la source dit que possible*
* *L’utilisation des écrans et des tabliers plombés*

**e. Quel(s) suivi(s) dosimétrique(s) allez-vous proposer ?**

*Suivi de la dosimétrie interne avec :*

*visite de médecin de travail 1 fois tous les 2 ans si catégorie B*

*visite de médecin de travail 1 fois tous les 1 ans si catégorie A*

*Surveillance des dosimètres passif tous les 3 mois catégorie B et tous les mois catégorie A*

# Septembre 2014

**Dans le cadre du traitement d’un cancer thyroïdien, une radiothérapie interne vectorisée est prévue pour madame X, 30 ans, après exérèse chirurgicale de la tumeur. La patiente a un enfant de 6 mois.**

1. **Quelles sont les indications de ce traitement ?**

* *bilan d’extension du cancer*
* *détruire les reliquats*
* *détruire les cellules cancéreuses à distance « traitement de métastase »*

**Citer une contre-indication absolue.**

* *Femme enceinte et allaitement*

1. **Quel radionucléide utilise-t-on ? Justifier ce choix.**

*Iode 131 : le choix d’I131 est relatif à la bonne captation de la thyroïde à iode + émetteur béta pour thérapie et gamma pour imagerie.*

*Energie gamma 364 keV et émetteur de béta et gamma (pour la scintigraphie corps entier)*

**3. Ce traitement nécessite une hospitalisation ; expliquer pourquoi en vous basant sur la législation et sur les risques radiologiques liés au traitement.**

*Selon la législation : débit de dose > 20µsv à 1 m équivalent à 740MBq d’activité = patient doit être hospitalisé => ceci pour des raisons de radioprotection de l’entourage essentiellement les enfants et les femmes enceintes haute sensibilité*

**4. La législation impose une intervention du physicien médical pour ce traitement. En quoi consiste cette intervention ? (se limiter à ce qui est obligatoire)**

*Le rôle de physicien est de s’assurer qu’il s’agit de la bonne activité délivrée à la patiente*

**5. Une scintigraphie est systématiquement réalisée lors de ce traitement. Présenter le déroulement pratique de cet examen en précisant en particulier : l’appareillage utilisé, ses réglages, ses modes d’utilisation.**

*Suite à ce traitement 7 jours après il aura une scintigraphie corps entier avec un gamma caméra pour l’évaluation de bilan d’extension (présence métastases).*

*Mode d’acquisition : statique*

*Matrice 256\*1024*

*Vitesse de la table 12 cm/min*

*Position de patient décubitus dorsal bras le long du corps*

*Spectrométrie±10%*

**6. Pour un meilleur suivi du patient, le médecin nucléaire vous demande de déterminer la fixation radioactive de la région cervicale. Proposer une méthode permettant cette quantification et en particulier :**

**a) Présenter les différentes étapes de l’acquisition et du traitement des données.**

**b) Discuter des avantages et des inconvénients de la méthode proposée.**

**c) Citer des actions qui permettraient d’améliorer la précision du résultat obtenu.**

**d) Un système hybride a-t-il un intérêt pour cette étude ? Justifier votre réponse.**

**Quantification**

*A) Suite à l’acquisition corps entier ;*

* *Faire une acquisition de 5 min pour une source de quantification d’activité connue => cette source est positionnée au niveau de cou du patient*
* *Fixer une ROI au niveau de la région cérébrale sur les images statiques*
* *Evaluer le taux de fixation en activité dans cette ROI par rapport à l’activité de la source de quantification après correction de différence d’épaisseur par rapport au patient, l’atténuation de la table et de la décroissance radioactive avant et pendant l’acquisition*

*B) Avantage permet d’avoir une vision globale sur le suivie de patient*

*Inconvénient : analyse quantique sur des images 2D ne permet pas de bien évaluer les limite des organes*

*C) Pour l’amélioration : évaluation des données en tomoscintigraphie ce qui permet de bien évaluer la distribution de l’activité en 3D et de bien visualiser les organes en entier=> D) d’où l’intérêt d’un système hybride*

**7. Quelles consignes allez-vous donner à la patiente pour optimiser la radioprotection de son enfant ?**

* *pas d’allaitement dans le mois qui suit*
* *rester à distance par rapport aux enfants*
* *ne pas s’approcher des femmes enceintes*

# Avril 2015

**Dans le cadre d’une exploration de syndromes démentiels, on réalise une acquisition TEP/TDM du crâne avec du F18-FDG (2-F18 fluoro-2-desoxy-D-glucose). Le protocole sur site consiste à injecter 2 MBq/kg et à respecter un délai d’attente de 30 minutes entre l’injection et l’acquisition TEP/TDM.**

**Question N°1**

**Quelles différences techniques majeures voyez-vous entre un protocole d’acquisition (et de reconstruction) TEP cérébral et un protocole d’acquisition (et de reconstruction) TEP corps-entier ?**

*Acquisition :*

* *Temps acquisition plus court pour TEP cérébral 🡪 un seul pas de15 min*
* *Corps entier : plusieurs pas de 7 à 8 de 1’30 à 2’30 + filtre de reconstruction sur les poumons*

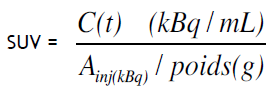
*Reconstruction :*

* *Cérébral : Itérative 3D, coupes 3.75 mm, correction d’atténuation*

**Question N°2**

**L’analyse des images cliniques est essentiellement visuelle. Dans certains cas, cependant, il peut être utile d’obtenir une information quantitative à l’aide du SUVmax.  
a) Donner la définition générale du SUV et celle du SUVmax.**

*Fixation du traceur normalisée par la dose injectée au patient rapportée à sa masse :*

**

*SUVmax = valeur maximale du SUV pour un voxel du VOI*

**b) Lister tous les paramètres susceptibles d’influencer la valeur de ces indices :**  
**▪ au niveau du patient ;**

* *Mouvements respiratoires / glycémie / mauvais poids*
* *Taille de la tumeur*

▪ **au niveau de la mesure de l’activité administrée ;**

* *Étalonnage activimètre / mesure activité résiduelle seringue /correction décroissance / synchronisation des horloges*

▪ **au niveau de la TEP et de l’acquisition des données ;**

* *Délai injection – acquisition*
* *Calibration de TEP en terme SUV*
* *Corrections appliquées atténuation et diffusé*
* *Correction d’effet de volume partiel -> sous-estimation de l’activité dans les structures hyperfixantes.*

**▪ au niveau de la reconstruction et du traitement des données.**

* *Algorithme de reconstruction (nombre d’itérations)/ VOI*
* *Repos infos patient (poids, heure injection...)*
* *Filtre appliqué*

**c) Quels sont donc le(s) avantage(s) et le(s) limite(s) du SUV ?**

*Avantage :*

* *Suivi de l’évolution de la maladie / permet la comparaison des images TEP (d’un patient à l’autre ou pour un même patient) sur une même camera TEP.*
* *Bilan d’extension*
* *Evaluation du traitement*
* *Préparation pour traitement RT=> délinéation*
* *Index simple pour caractériser pour caractériser le métabolisme du glucose*

*Inconvénients :*

* *Beaucoup d’incertitudes / dépend de l’utilisateur (VOI choisie)*
* *Sensible à l’effet de volume partiel (selon la taille de la tumeur)*
* *Dépend de nb d’itération*
* *Index simpliste pour caractériser pour caractériser le métabolisme du glucose*

**d) Quels sont le(s) avantage(s) et le(s) limite(s) du SUVmax ?**

*Avantage :*

* *Non dépendant de l’utilisateur*
* *Peu sensible à l’effet de volume partiel*
* *Décrit le métabolisme d’une tumeur à partir d’un voxel*
* *Suivie thérapeutique*
* *Bilan d’extension*
* *Evaluation du traitement*
* *Préparation pour traitement RT=> délinéation*

*Inconvénients :*

* *Dépendant de la filtration des images*
* *Dépend de la taille du voxel de reconstruction*
* *Dépend de nb d’itération*

**e) Que peut-on recommander dans le cadre d’une étude multicentrique ?**

* *Editer des recommandations au niveau des protocoles d’acquisitions et de reconstructions.*
* *Uniformiser les pratiques de mesure du SUV 🡪 définition du VOI*
* *Mesure sur fantôme avec sphères de différentes tailles simulant des tumeurs -> Permet de normaliser les résultats de SUV des différentes camera*

**Question N°3  
L’utilisation des indices de type SUV nécessite un étalonnage système de la TEP.  
a) Décrire la procédure d’étalonnage.**

* Normalisation/calibration et contrôle post-calibration
* Fantôme cylindrique rempli uniformément de 18F (activité connue) : établissement d’un facteur d’étalonnage pour lier un nombre d’évènements par voxel à une activité
* Passage de nb coups/s/pixel=>MBq/ml le facteur d’étalonnage = (MBq/ml )/nb coups/s/pixel

**b) Décrire le test de contrôle de qualité qui permet de vérifier cet étalonnage. Quelles sont les  
tolérances habituellement admises sur le SUV ? Pourquoi ?**

*Fantôme cylindrique uniformément rempli de 18F d’activité connue de l’ordre de 200MBq dans fantôme de 6.3L 🡪 acquisition TEP de quelques minutes 15min cérébrale 🡪 ROI de 80% de l’aire totale pour mesurer le SUV, on doit avoir :* ***1 +/- 5%*** *(SFPM)*

**Question N°4  
Pour lever un doute sur le type de démence, une scintigraphie TEMP de type Datscan® peut  
également être envisagée dans ce cas.**

**a) Quel est le radionucléide utilisé ?** *123I (T1/2 =13.2 h, émetteur gamma, 159 keV)*

**b) Quelle(s) fenêtre(s) spectrométrique(s) proposez-vous ?** *159 keV+/- 10%*

**c) Quel collimateur proposez-vous ? Justifiez votre réponse.**

* *Collimateurs convergent basse énergie fan beam 🡪 on s’intéresse à de petits volumes : noyaux codés, putamen On a une meilleure résolution spatiale qu’avec des collimateurs LEHR*
* *Collimateurs parallèles LEHR (Nous avons toujours utilisé les LEHR pour le DatScan, et j’ai participé à des études multicentriques et ils utilisaient également les LEHR…)*

**d) Quels sont les autres paramètres d’acquisition caractéristiques de la tomographie ?**

* *Epaisseur de coupe = 8.85 mm*
* *Matrice 256x256 (ou 128×128)*
* *Collimateur mode H*
* *Rotation 180°*
* *Projection de 20 s*

**e) Quelle interprétation peut-on faire sur cette imagerie (visuelle et/ou quantitative) ? Expliquez  
brièvement.**

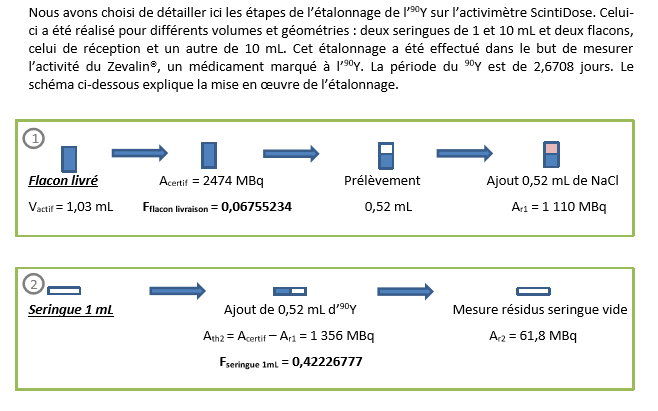
* *Interprétation quantitative sur 3 coupes : putamen, noyaux codés 🡪 le médecin regarde les ratios par rapport aux valeurs de référence et pose son diagnostic*
* *SUV relatif en prenant la région occipitale (fixation aspécifique) pour la normalisation, interprétation du gradient de fixation du striatum entre la tête et la queue.*
* *Symétrie ou non de fixation entre les deux putamen*

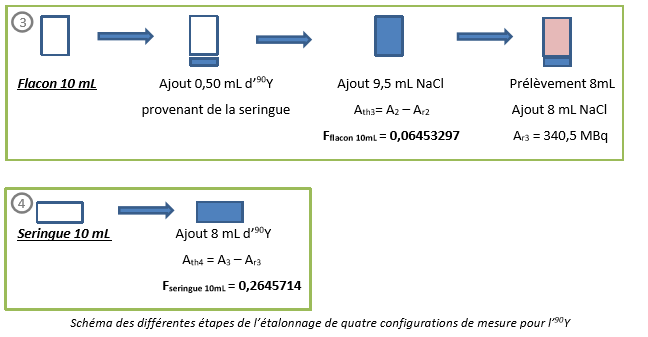
# Juin 2015

**Dans votre service de médecine nucléaire, on se propose d’utiliser un nouveau radionucléide fourni dans le cadre d’un protocole de recherche : le lutétium 177 (Lu-177, T=6,71 jours). Ses caractéristiques physiques, issues du livre Radionucléides & Radioprotection, sont données ci-dessous.**

1. **Pour étalonner votre activimètre, le laboratoire, promoteur de l’étude, vous fournit un flacon de lutétium accompagné de son certificat d’étalonnage. Décrire comment vous allez procéder pour étalonner votre activimètre en géométrie flacon et seringue.**

*J’avais détaillé l’étalonnage de l’90Y dans ma fiche, je partage, c’est le même principe pour le 177Lu :*





**2. L’activité thérapeutique à administrer pour un radiopharmaceutique associé au lu-177 est de 7 GBq. L’administration au patient est réalisée dans le service de médecine nucléaire. On vous demande de faire une évaluation prévisionnelle de l’exposition des extrémités du personnel pendant les phases de préparation et d’injection du radiopharmaceutique.**

**Vous disposez des données suivantes :**

**• Constante de débit de kerma dans l’air pour le Lu-177 : 1,32 10-18Gy m2 Bq-1 s-1 ;**

**• Couche de demi-atténuation dans le plomb : 0,6 mm ;**

**• Protège-flacons et protège-seringues utilisés d’épaisseur de plomb : 5 mm ; on considèrera que le flacon et la seringue sont toujours protégés pendant les phases de préparation et d’injection.**

**• Phase de préparation : distance de manipulation : 10 cm ; temps de préparation : 10 minutes**

**• Phase d’injection : distance de manipulation : 1 cm ; temps d’injection : 5 minutes.**

1. **Évaluer le niveau d’exposition des extrémités d’un opérateur sur chacun des deux postes (préparation et injection).**

*Préparation :*

*1.32\*10^-18\*e(-ln2\*5/0.6)\*1/0.1²\*10\*60\*7\*10^9 = 1.72 µGy*

*Injection :*

*1.32\*10^-18\*e(-ln2\*5/0.6)\*1/0.01²\*5\*60\*7\*10^9 = 85.9 µGy*

**b) Compte tenu du recrutement prévisionnel (2 patients par mois) et du nombre de cures thérapeutiques pour un traitement (4 cures à 3 mois d’intervalle), qu’en déduisez-vous sur l’exposition annuelle des extrémités d’un opérateur ?**

*Préparation : 1.72\*2\*4\*12 = 165.1 µGy = 0.17 mGy/an*

*Injection : 0.86\*2\*4\*12 = 8246.4 µGy = 8.25 mGy/an*

**3. Lorsque le patient sort de l’hôpital, le débit de dose mesuré à 1 m est de 20 µSv/h. Donner le principe de détermination des consignes de restriction de contact pour l’entourage du patient après sa sortie de l’hôpital.**

*Pas de contact prolongé avec l’entourage, surtout enfants et femmes enceintes*

**4. On se propose de réaliser une imagerie scintigraphique TEMP post-thérapeutique.**

**a) Quel(les) fenêtre(s) spectrométrique(s) proposez-vous ? b) Quel collimateur proposez-vous ? Pourquoi ?**

*208 keV +/- 10%*

*MEPG car énergie un peu trop élevée pour le LEHR. Compromis sensibilité/Rs avec MEGP.*

1. *Processus biochimique qui se déroule dans la glande thyroïde. Il est l'oxydation par le peroxyde d'iodure, puis sa liaison à des résidus tyrosyle dans la molécule de la thyroglobuline.*  [↑](#footnote-ref-1)