

IAEA

Agence internationale de l'énergie atomique

**Formation clinique des
physiciens médicaux se
spécialisant en
médecine nucléaire**

FORMATION CLINIQUE DES PHYSICIENS
MÉDICAUX SE SPÉCIALISANT
EN MÉDECINE NUCLÉAIRE

Les États ci-après sont Membres de l'Agence internationale de l'énergie atomique :

AFGHANISTAN, RÉP. ISLAMIQUE D'	GHANA	OUZBÉKISTAN
AFRIQUE DU SUD	GRÈCE	PAKISTAN
ALBANIE	GUATEMALA	PALAO
ALGÉRIE	HAÏTI	PANAMA
ALLEMAGNE	HONDURAS	PAPOUASIE-NOUVELLE-GUINÉE
ANGOLA	HONGRIE	PARAGUAY
ARABIE SAOUDITE	ÎLES MARSHALL	PAYS-BAS
ARGENTINE	INDE	PÉROU
ARMÉNIE	INDONÉSIE	PHILIPPINES
AUSTRALIE	IRAN, RÉP. ISLAMIQUE D'	POLOGNE
AUTRICHE	IRAQ	PORTUGAL
AZERBAÏDJAN	IRLANDE	QATAR
BAHREÏN	ISLANDE	RÉPUBLIQUE ARABE SYRIENNE
BANGLADESH	ISRAËL	RÉPUBLIQUE CENTRAFRICAINE
BÉLARUS	ITALIE	RÉPUBLIQUE DE MOLDOVA
BELGIQUE	JAMAÏQUE	RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO
BELIZE	JAPON	RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE POPULAIRE LAO
BÉNIN	JORDANIE	RÉPUBLIQUE DOMINICAINE
BOLIVIE	KAZAKHSTAN	RÉPUBLIQUE TCHÈQUE
BOSNIE-HERZÉGOVINE	KENYA	RÉPUBLIQUE-UNIE DE TANZANIE
BOTSWANA	KIRGHIZISTAN	ROUMANIE
BRÉSIL	KOWEÏT	ROYAUME-UNI DE GRANDE-BRETAGNE ET D'IRLANDE DU NORD
BULGARIE	LESOTHO	SAINT-SIÈGE
BURKINA FASO	LETONIE	SÉNÉGAL
BURUNDI	L'EX-RÉPUBLIQUE YOUNG- SLAVE DE MACÉDOINE	SERBIE
CAMBODGE	LIBAN	SEYCHELLES
CAMEROUN	LIBÉRIA	SIERRA LEONE
CANADA	LIBYE	SINGAPOUR
CHILI	LIECHTENSTEIN	SLOVAQUIE
CHINE	LITUANIE	SLOVÉNIE
CHYPRE	LUXEMBOURG	SOUDAN
COLOMBIE	MADAGASCAR	SRI LANKA
CONGO	MALAISIE	SUÈDE
CORÉE, RÉPUBLIQUE DE	MALAWI	SUISSE
COSTA RICA	MALI	TADJIKISTAN
CÔTE D'IVOIRE	MALTE	TCHAD
CROATIE	MAROC	THAÏLANDE
CUBA	MAURICE	TUNISIE
DANEMARK	MAURITANIE, RÉP. ISLAMIQUE DE	TURQUIE
DOMINIQUE	MEXIQUE	UKRAINE
ÉGYPTE	MONACO	URUGUAY
EL SALVADOR	MONGOLIE	VENEZUELA, RÉP. BOLIVARIENNE DU
ÉMIRATS ARABES UNIS	MONTÉNÉGRO	VIETNAM
ÉQUATEUR	MOZAMBIQUE	YÉMEN
ÉRYTHRÉE	MYANMAR	ZAMBIE
ESPAGNE	NAMIBIE	ZIMBABWE
ESTONIE	NÉPAL	
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE	NICARAGUA	
ÉTHIOPIE	NIGER	
FÉDÉRATION DE RUSSIE	NIGERIA	
FINLANDE	NORVÈGE	
FRANCE	NOUVELLE-ZÉLANDE	
GABON	OMAN	
GÉORGIE	OUGANDA	

Le Statut de l'Agence a été approuvé le 23 octobre 1956 par la Conférence sur le Statut de l'AIEA, tenue au Siège de l'Organisation des Nations Unies, à New York ; il est entré en vigueur le 29 juillet 1957. L'Agence a son Siège à Vienne. Son principal objectif est « de hâter et d'accroître la contribution de l'énergie atomique à la paix, la santé et la prospérité dans le monde entier ».

COLLECTION COURS N° 50

**FORMATION CLINIQUE
DES PHYSICIENS MÉDICAUX
SE SPÉCIALISANT
EN MÉDECINE NUCLÉAIRE**

AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE
VIENNE, 2012

NOTE CONCERNANT LE DROIT D'AUTEUR

Toutes les publications scientifiques et techniques de l'AIEA sont protégées par les dispositions de la Convention universelle sur le droit d'auteur adoptée en 1952 (Berne) et révisée en 1972 (Paris). Depuis, le droit d'auteur a été élargi par l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (Genève) à la propriété intellectuelle sous forme électronique. La reproduction totale ou partielle des textes contenus dans les publications de l'AIEA sous forme imprimée ou électronique est soumise à autorisation préalable et habituellement au versement de redevances. Les propositions de reproduction et de traduction à des fins non commerciales sont les bienvenues et examinées au cas par cas. Les demandes doivent être adressées à la Section d'édition de l'AIEA :

Unité de la promotion et de la vente
Section d'édition
Agence internationale de l'énergie atomique
Centre international de Vienne
B.P. 100
1400 Vienne
Autriche
Télécopie : +43 1 2600 29302
Téléphone : +43 1 2600 22417
Courriel : sales.publications@iaea.org
<http://www.iaea.org/books>

Pour toute information complémentaire sur la présente publication, veuillez contacter :

Section de la dosimétrie et de la radiophysique médicale
Agence internationale de l'énergie atomique
Centre international de Vienne
B.P. 100
1400 Vienne, Autriche
Courriel : Official.Mail@iaea.org

FORMATION CLINIQUE DES PHYSICIENS MÉDICAUX
SE SPÉCIALISANT EN MÉDECINE NUCLÉAIRE
AIEA, VIENNE, 2012
IAEA-TCS-50
ISSN 1018-5518
© IAEA, 2012
Imprimé par l'AIEA en Autriche
Septembre 2012

AVANT-PROPOS

L'application de la radioactivité à la santé humaine, pour le diagnostic comme pour le traitement des maladies, constitue une part importante du travail de l'AIEA. Les aspects de plus en plus techniques de ces travaux sont assumés par les physiciens médicaux. Afin de s'assurer de l'emploi de bonnes pratiques dans ce domaine essentiel, des programmes de formation clinique structurés sont nécessaires pour compléter l'enseignement universitaire. La présente publication entend être un guide pratique de mise en place d'un tel programme pour la médecine nucléaire.

Tout le monde s'accorde à dire que la médecine radiologique est de plus en plus dépendante de physiciens médicaux bien formés qui travaillent en environnement clinique. Cependant, une analyse de la disponibilité des physiciens médicaux montre que le nombre de professionnels qualifiés et compétents est très insuffisant. Cela est particulièrement vrai dans les pays en développement. Alors que les stratégies destinées à accroître les possibilités de formation sont essentielles pour ces pays, le besoin de disposer de conseils afin de structurer la formation clinique a été reconnu par les membres de l'Accord régional de coopération (RCA) sur le développement, la recherche et la formation dans le domaine de la science et de la technologie nucléaires pour la région Asie-Pacifique. Pour cette raison, dans le cadre du programme du RCA, un projet régional de coopération technique (RAS6038) a été élaboré afin de répondre à ce besoin dans cette région en concevant les documents nécessaires et en assurant leur pérennité.

La conception d'un guide de formation clinique destiné aux physiciens médicaux spécialisés en médecine nucléaire a commencé en 2009 lorsqu'un comité de rédaction restreint composé d'experts régionaux et internationaux a été constitué. La présente publication s'inspire de l'expérience des formations cliniques dispensées en Australie, en Croatie et en Suède et a été complétée par des physiciens qui travaillent en Asie. Elle suit la méthode de précédents numéros de la collection Cours de l'AIEA, notamment les n^{os} 37 et 47, intitulés respectivement Formation clinique des physiciens médicaux se spécialisant en radio-oncologie et Formation clinique des physiciens médicaux se spécialisant en radiodiagnostic. Cette méthode a été expérimentée avec succès en Thaïlande et est aujourd'hui en cours d'évaluation dans trois autres États Membres. On estime qu'elle est en principe applicable aux physiciens médicaux du monde entier.

L'AIEA remercie le comité de rédaction présidé par R. Fulton (Australie) et également constitué de K. Afroj Quadir (Bangladesh), B. Axelsson (Suède), T. Bokulic (Croatie), A. Krisanachinda (Thaïlande) et B.J. Thomas (Australie) pour sa contribution particulièrement importante. La présente publication a été établie sous la responsabilité d'I.D. McLean et S. Palm, de la Division de la santé humaine, et de M.P. Dias, de la Division de l'Asie et du Pacifique, Département de la coopération technique.

NOTE DE L'ÉDITEUR

L'emploi de désignations particulières de pays ou de territoires n'implique aucun jugement de la part de l'éditeur, à savoir l'AIEA, quant au statut juridique de ces pays ou territoires, de leurs autorités et institutions ou du tracé de leurs frontières.

La mention de noms de sociétés ou de produits particuliers (qu'il soit indiqué ou non que ces noms sont déposés) n'implique nulle intention de porter atteinte à des droits exclusifs et ne doit pas être interprétée comme une approbation ou une recommandation de la part de l'AIEA.

TABLE DES MATIÈRES

1.	INTRODUCTION	1
1.1.	Les besoins en médecins spécialisés en médecine nucléaire.....	1
1.2.	La nécessité de disposer de formations cliniques structurées et encadrées pour les médecins spécialisés en médecine nucléaire	2
1.3.	Pourquoi ce programme ?.....	3
2.	OBJECTIF DU PROGRAMME DE FORMATION CLINIQUE.....	4
3.	PRESCRIPTIONS ESSENTIELLES POUR LA MISE EN PLACE DU PROGRAMME DE FORMATION CLINIQUE.....	4
3.1.	Gestion du programme	4
3.1.1.	À l'échelle nationale	5
3.1.2.	En externe	5
3.2.	Exigences minimales relatives aux services qui mettent en place un programme de formation clinique.....	6
4.	ÉLÉMENTS DU PROGRAMME DE FORMATION CLINIQUE.....	6
APPENDICE I.	MANUEL DESTINÉ AUX INTERNES	7
APPENDICE II.	MANUEL DESTINÉ AUX SUPERVISEURS CLINIQUES	21
APPENDICE III.	GUIDE DE MISE EN ŒUVRE.....	35
APPENDICE IV.	GUIDE DE FORMATION CLINIQUE	41
APPENDICE V.	ÉVALUATION DES COMPÉTENCES	169
APPENDICE VI.	FORMULAIRES ET DOCUMENTS COMPLÉMENTAIRES.....	253
RÉFÉRENCES.....		275
PERSONNES AYANT COLLABORÉ À LA RÉDACTION ET À L'EXAMEN.....		277

1. INTRODUCTION

1.1. Les besoins en physiciens spécialisés en médecine nucléaire

Les physiciens médicaux jouent un rôle essentiel en médecine moderne. Ceux d'entre eux qui travaillent en médecine nucléaire possèdent une spécialisation et sont généralement appelés « physiciens médicaux en médecine nucléaire ». Au sein du service de médecine nucléaire, ils font partie d'une équipe interdisciplinaire qui a pour objectif de diagnostiquer et de traiter des maladies de manière sûre et efficace en utilisant des sources radioactives non scellées. Ces équipes comprennent également des médecins nucléaires et des techniciens en médecine nucléaire.

Le rôle et les responsabilités du physicien en médecine nucléaire sont variés et exigeants. Il intervient notamment dans le domaine de la dosimétrie, du contrôle de la qualité des images, de l'optimisation, de la recherche et de l'enseignement, de la sûreté radiologique, de l'assurance de la qualité et de la gestion des équipements. Sa connaissance des techniques et des appareils complexes utilisés aujourd'hui pour le diagnostic et le traitement des maladies est indispensable pour que les procédures de médecine nucléaire soient appliquées de manière sûre et efficace.

Les physiciens en médecine nucléaire appliquent leurs connaissances mathématiques, physiques et technologiques pour établir, mettre en œuvre et contrôler des processus qui permettent un diagnostic et un traitement optimaux, en prenant en compte la radioprotection des patients et autres personnes [1]. Les physiciens en médecine nucléaire sont chargés de veiller à ce que les équipements, systèmes et processus employés en médecine nucléaire produisent le diagnostic attendu lorsqu'ils sont correctement utilisés. Ils doivent être en mesure de reconnaître les artefacts courants sur des images cliniques et d'engager des actions correctives pour remédier au problème. Les physiciens en médecine nucléaire reconnaissent et comprennent les sources d'erreurs lors d'examen de médecine nucléaire et ont la responsabilité de valider les techniques employées.

Il intervient également dans le développement, la mise en place, l'entretien et le contrôle de la qualité des infrastructures (installations, matériel et systèmes informatiques cliniques) et des nouveaux processus nécessaires à la médecine nucléaire. Il a suivi une formation scientifique pour pouvoir effectuer des mesures précises et des enregistrements numériques, techniques qui sont à la base d'un système de contrôle de la qualité adéquat pour les appareils utilisés en médecine nucléaire.

Le physicien en médecine nucléaire est capable d'étudier les dysfonctionnements d'un œil critique, de fixer des tolérances et des fréquences d'essais et de décider d'actions correctives. La décision de réutiliser dans un cadre clinique une pièce d'un appareil de médecine nucléaire après une réparation qui pourrait affecter la précision clinique de l'appareil doit être prise par un physicien en médecine nucléaire. Cela peut imposer de trouver un juste équilibre entre la nécessité d'offrir un service à des patients et le besoin de précision diagnostique. Il a été solidement établi qu'en médecine nucléaire le bien-être des patients peut être gravement compromis lorsque l'assurance de la qualité (AQ) n'est pas effectuée correctement. Une AQ satisfaisante ne peut être mise en place et assurée que par un personnel bien formé.

1.2. La nécessité de disposer de formations cliniques structurées et encadrées pour les physiciens spécialisés en médecine nucléaire

La pratique du physicien médical spécialisé en médecine nucléaire repose sur un diplôme universitaire en physique général, lequel doit être complété par des connaissances et une étude spécialisée de la complexité technique de l'imagerie médicale. Pour pouvoir, sur le plan clinique, exercer son métier de manière autonome au sein d'un établissement médical, ce professionnel doit également avoir acquis une expérience de situations diverses et être capable de poser des jugements étayés par de solides principes scientifiques et par l'expérience. Pour y parvenir, il faut que le jeune diplômé soit placé sous la responsabilité d'un ou de plusieurs physiciens médicaux expérimentés et formé dans le cadre d'un programme structuré qui permet la plus large gamme possible d'expériences pertinentes. Alors que des principes d'acquisition des connaissances et de formation similaires existent depuis de nombreuses années dans d'autres professions comme la médecine, cela fait peu de temps que l'on s'est aperçu que cette méthode était de toute première importance pour les physiciens médicaux [2-4]. En résumé, le physicien médical en médecine nucléaire compétent sur le plan clinique devrait :

- être titulaire d'un diplôme universitaire en physique, en ingénierie ou dans une science physique équivalente,
- être titulaire d'un diplôme de deuxième cycle universitaire en physique médicale (ou équivalent) [5],
- avoir effectué une formation clinique structurée et encadrée¹ pendant au moins deux ans (équivalent temps plein) à l'hôpital².

Les États Membres qui ne disposent pas de programmes de masters incluant les matières obligatoires sont vivement encouragés à élaborer une stratégie afin de remédier à cette situation.

Il faut souligner que le titulaire d'un diplôme universitaire en physique médicale qui n'a pas suivi la formation hospitalière requise ne peut être considéré comme compétent sur le plan clinique.

Ces règles en matière de formation des physiciens médicaux devraient être reconnues par l'autorité nationale responsable. Le manque de reconnaissance de la qualité dans le domaine de la physique médicale est un problème auquel presque tous les pays sont confrontés. Or, il est essentiel de disposer d'une procédure nationale d'habilitation (ou de certification), qui soit si possible menée par une organisation professionnelle, si l'on veut améliorer le niveau de pratique de la physique médicale. Les physiciens médicaux en exercice pourraient ensuite effectuer une formation continue en suivant des stages et des conférences et en lisant de la littérature scientifique.

De nombreuses universités proposent des cursus post-licence en physique médicale au niveau du master. Pour pouvoir les suivre, les étudiants doivent normalement être titulaires d'une licence de physique ou d'un autre diplôme équivalent. Ces masters durent en général entre 18 et 24 mois et donnent aux étudiants des connaissances sur la physique et les techniques de la

¹ La formation clinique comprendra la prestation de services, la recherche et le développement.

² Un hôpital ou un centre médical agréé à cette fin par l'autorité nationale responsable.

médecine nucléaire. Cependant, pour qu'un physicien médical puisse assumer son rôle et ses responsabilités de façon indépendante et sûre, il doit suivre une formation clinique continue structurée pendant une longue période.

On s'accorde à dire que la durée de cette formation clinique doit être d'au moins 24 mois à plein temps, qu'elle ne peut être dispensée que dans un hôpital qui propose tous les services³ de médecine nucléaire, et qu'elle doit s'effectuer sous la direction d'un physicien médical qualifié dans ce domaine. Par conséquent, la durée totale nécessaire à la formation générale et clinique d'un physicien médical est d'au moins quatre ans (deux ans de formation à l'université et au moins deux ans de formation clinique continue) après obtention d'une licence de physique ou d'un autre diplôme équivalent.

1.3. Pourquoi ce programme ?

Même si le manque de physiciens médicaux compétents sur le plan clinique est un problème mondial, il est particulièrement préoccupant dans les pays en développement. Cet état de fait est principalement dû aux migrations des physiciens prometteurs des pays en développement vers des pays plus développés qui assurent une meilleure reconnaissance de leur profession. L'introduction du programme de formation clinique en complément des diplômes universitaires remplit un double objectif, celui de préparer des professionnels compétents dans les pays en développement et de fournir des normes de qualité pouvant permettre une meilleure reconnaissance des physiciens médicaux.

Même si, dans de nombreux pays, les universités proposent de plus en plus de masters de physique médicale, la partie formation clinique continue du dispositif d'ensemble est bien souvent absente. De ce fait, la préparation des physiciens médicaux est incomplète et ne leur permet pas d'exercer leur activité de manière autonome, car certains aspects importants de la formation ne peuvent être traités dans le cadre universitaire. Les programmes de formation clinique continue structurée rendent davantage les physiciens médicaux capables d'exercer leur métier de manière indépendante, sûre et efficace. Ces programmes doivent réduire le temps nécessaire aux physiciens médicaux, appelés « internes » dans le présent document, pour acquérir une compétence clinique et les préparer à utiliser les méthodes les plus récentes apparues en médecine nucléaire.

Dans le cadre du présent programme, le physicien médical qui effectue un internat doit être salarié d'un hôpital ou d'un centre médical, y travailler dans un service de médecine nucléaire adapté et participer aux tâches quotidiennes des physiciens médicaux de ce service. Au départ, cette participation se limitera à un rôle d'assistant, mais, au fur et à mesure que les connaissances théoriques et pratiques de l'interne progresseront, elle deviendra de plus en plus importante. Durant les 6-12 derniers mois de formation, l'interne effectuera de manière indépendante une grande partie des tâches du physicien médical et aura peu besoin d'être encadré. Par conséquent, le temps et les efforts consacrés à la formation des internes seront compensés, car ils deviendront plus expérimentés et contribueront plus efficacement à l'activité du service.

³ L'expression « tous les services de médecine nucléaire » sera définie par l'autorité nationale responsable qui assurera ainsi la cohérence avec les autres services disponibles dans le pays.

L'AIEA intervient depuis longtemps dans le domaine de la formation en physique médicale. Le présent document a été conçu comme un guide de formation clinique pour la prochaine génération de médecins médicaux spécialisés en médecine nucléaire. Ce guide vient en complément de précédentes publications sur la formation clinique des médecins médicaux spécialisés en radio-oncologie [6] et en radiodiagnostic [7].

2. OBJECTIF DU PROGRAMME DE FORMATION CLINIQUE

L'objectif du programme de formation clinique destiné aux médecins médicaux spécialisés en médecine nucléaire est de former des praticiens indépendants qui continueront à se perfectionner tout au long de leur vie et qui peuvent travailler sans encadrement à un niveau professionnel élevé et de façon sûre⁴.

Le programme de formation clinique cherche à contribuer à cet objectif en :

- fournissant le présent guide détaillé de formation clinique et ses appendices I à V
- proposant une stratégie de mise en place afin que la formation clinique soit efficace
- établissant les bases d'une qualification nationale ou régionale (formation générale et clinique)
- aidant les organismes nationaux et les services à mettre en œuvre le programme de formation grâce à un programme pilote
- favorisant l'amélioration de la qualité du programme
- renforçant les capacités du pays à maintenir un tel programme de formation clinique après sa mise en place.

3. PRESCRIPTIONS ESSENTIELLES POUR LA MISE EN PLACE DU PROGRAMME DE FORMATION CLINIQUE⁵

3.1. Gestion du programme

Le principe de la formation clinique peut être relativement simple dans le cas d'un interne unique. Cependant, lorsqu'un programme concerne de nombreux internes répartis dans plusieurs établissements médicaux, il devient plus complexe et, chose importante, il nécessite d'adopter des normes d'évaluation qui doivent être définies et tenues à jour⁶. Il faut donc prévoir une structure de pilotage.

Cette dernière sera normalement plus efficace si elle est organisée à l'échelle nationale⁷ et fait partie d'un organisme ou d'une institution reconnus (par ex. une organisation professionnelle). Les pays ayant créé des structures de formation clinique sont, à ce jour, relativement peu nombreux. Il est conseillé de recourir à une aide externe lorsque ces structures de pilotage sont réduites et disposent de peu de moyens.

⁴ Pour plus de détails, voir l'appendice V, Évaluation des compétences.

⁵ Voir l'appendice III pour de plus amples détails sur cette section.

⁶ Voir les critères d'évaluation de l'appendice V, page 175.

⁷ Les programmes régionaux de formation clinique peuvent également prévaloir dans certaines circonstances.

3.1.1. À l'échelle nationale

Le programme devrait être placé sous la direction d'une autorité nationale comme le Ministère de l'éducation, le Ministère de la santé, une organisation professionnelle compétente ou l'Agence nationale de l'énergie atomique. Cet organisme, qui sera entièrement responsable de la gestion du programme, est appelé **autorité nationale responsable** dans la présente publication.

L'autorité nationale responsable assure une **reconnaissance officielle** au titre de « physicien médical en médecine nucléaire » (ou son équivalent) et établit les critères à respecter pour en bénéficier.

Lorsqu'elle gère le programme, l'autorité nationale responsable doit :

- constituer un **comité de pilotage national** chargé de surveiller le déroulement du programme. Ce comité est le bras armé de l'autorité nationale responsable. Il comprend des représentants de l'organisation professionnelle compétente (lorsqu'elle existe) et d'autres groupes d'intérêts et parties prenantes (comme le Ministère de la santé, des universités, l'autorité de radioprotection, les syndicats professionnels, etc.). Il est fortement recommandé que, dans leur majorité, les membres du comité soient des représentants de l'organisation professionnelle compétente. Le comité devrait déléguer ses responsabilités ordinaires au coordonnateur national du programme.
- désigner un **coordonnateur national du programme**, chargé de surveiller la mise en œuvre du programme (la nomination de plusieurs coordonnateurs de programme peut se justifier dans des grands pays dans lesquels une coordination régionale s'impose). Dans l'idéal, le coordonnateur national du programme doit être une personne qui pratique la physique médicale en médecine nucléaire. En principe, le coordonnateur rend compte de son action au comité de pilotage national.
- veiller à ce que l'**organisation professionnelle** fixe les règles professionnelles qui permettent de définir les compétences, apporte son soutien professionnel au programme et soit responsable globalement des procédures d'évaluation. Cette responsabilité pourra nécessiter la création d'un comité d'évaluation.
- créer un **groupe de soutien** constitué de personnes qui acceptent de contribuer à la formation de l'interne. Des médecins nucléaires, des physiciens médicaux en médecine nucléaire et des enseignants peuvent faire partie de ce groupe. Il est souhaitable qu'une personne étrangère au pays en soit membre.
- assurer la pérennisation financière du programme. Dans l'idéal, les employeurs des internes et/ou les autorités gouvernementales qui bénéficieront indirectement de cette formation clinique destinée aux physiciens médicaux devraient contribuer au financement du programme.

3.1.2. En externe

L'aide externe peut prendre la forme d'un pilotage dans quelques pays pour une période d'essai de plusieurs années. Pour ces programmes pilotes, une structure de pilotage externe est créée afin de coordonner le soutien externe et de surveiller le déroulement du programme. Le RCA nomme un coordonnateur externe qui doit travailler en étroite collaboration avec le coordonnateur national du programme et le comité de pilotage national afin de s'assurer que le programme se déroule correctement. Des experts externes peuvent également être sollicités

pour aider les services sur certains aspects du programme et suivre l'évolution des règles d'évaluation.

3.2.Exigences minimales relatives aux services qui mettent en place un programme de formation clinique

Pour pouvoir participer au programme, un service doit :

- confier un interne à un superviseur expérimenté et compétent sur le plan clinique en physique de la médecine nucléaire⁸ ;
- disposer (sur place) d'un ensemble déterminé de matériel de médecine nucléaire et de dosimétrie pour lequel des procédures appropriées d'AQ ont été mises en place. Pour certains équipements, il est acceptable que les internes puissent être amenés à suivre le matériel dans d'autres services ;
- proposer une gamme significative de services de médecine nucléaire et employer des praticiens formés à la médecine nucléaire ;
- donner à l'interne accès à des manuels et à d'autres ressources utiles, par exemple Internet.

4. ÉLÉMENTS DU PROGRAMME DE FORMATION CLINIQUE

Des documents destinés à aider les pays à mettre en place un programme de formation clinique structurée pour les physiciens médicaux en médecine nucléaire ont été établis. Ils figurent en appendice au présent texte :

- Appendice I : Manuel destiné aux internes qui participent au programme
- Appendice II : Manuel destiné à aider les superviseurs cliniques à accomplir le rôle important qu'ils jouent dans le programme
- Appendice III : Manuel de mise en œuvre destiné à aider un pays et des services à mettre en place le programme
- Appendice IV : Guide divisé en modules et en sous-modules qui portent sur le rôle et les responsabilités essentielles des physiciens médicaux spécialisés en médecine nucléaire. Chaque sous-module contient des suggestions de sujets de formation afin d'aider l'interne à acquérir les connaissances théoriques et pratiques nécessaires dans ce domaine.
- Appendice V : Guide permettant d'évaluer les compétences dans les domaines abordés par les sous-modules et sur d'autres aspects du programme.
- Appendice VI : Formulaire et documents complémentaires.

⁸ On pourra recourir, dans certaines situations, à une forme de supervision externe grâce à des moyens de communication appropriés.

APPENDICE I.
MANUEL DESTINÉ AUX INTERNES

TABLE DES MATIÈRES

I.1.	INTRODUCTION	7
I.2.	ORGANISATION DU PROGRAMME DE FORMATION CLINIQUE.....	8
I.3.	RÔLE ET RESPONSABILITÉS DE L'INTERNE.....	10
I.4.	RÔLE ET RESPONSABILITÉS DU SUPERVISEUR CLINIQUE	10
I.5.	APPENDICES IMPORTANTS.....	13
I.6.	RECRUTEMENT DE L'INTERNE.....	13
I.7.	ACCUEIL D'UN NOUVEL INTERNE.....	13
I.8.	CONTRAT CONCLU ENTRE L'INTERNE ET SON SUPERVISEUR.....	14
I.9.	ÉVALUATION	16
I.10.	EXEMPLES DE MÉTHODES D'ÉVALUATION DES COMPÉTENCES QUE VOUS POURREZ RENCONTRER	19
I.11.	STAGES	20

REMERCIEMENTS

Le présent appendice s'inspire du manuel destiné aux internes élaboré en Nouvelle-Galles du Sud (NGS), manuel utilisé dans le cadre du Programme de formation et d'habilitation (TEAP) de l'ACPSEM en faveur des internes en physique médicale en radio-oncologie. Nous remercions le Ministère de la santé de NGS pour sa précieuse contribution.

I.1. INTRODUCTION

Le manque de physiciens médicaux compétents sur le plan clinique dans toutes les spécialités de la médecine radiologique est un problème mondial qui est bien connu et qui est très préoccupant dans les pays en développement. La complexité croissante du matériel de traitement et de diagnostic conjuguée à des attentes grandissantes de la population en matière de qualité des soins dans le monde entier, ainsi que la mise en œuvre des normes de sûreté radiologique contribuent à aggraver cette pénurie.

Ce problème peut être résolu en soutenant les physiciens médicaux en activité et en assurant une formation satisfaisante aux personnes qui cherchent à entrer dans cette profession. L'AIEA intervient depuis longtemps dans le domaine de l'enseignement et de la formation clinique en physique médicale et, avec le soutien de physiciens médicaux en exercice, a participé à des ateliers, à des cours de formation et à des programmes de bourses. Récemment, le RCA et l'AIEA se sont engagés à améliorer le niveau de la prochaine génération de physiciens médicaux grâce à des initiatives en faveur de l'enseignement et de la formation clinique et à des programmes d'appui.

Le problème essentiel, à savoir la mise à disposition de physiciens médicaux compétents sur le plan clinique, ne peut être entièrement résolu tant que l'enseignement et la formation clinique des praticiens débutants n'ont pas atteint un niveau suffisant.

L'AIEA stipule qu'un physicien médical compétent sur le plan clinique doit :

- être titulaire d'un diplôme universitaire en physique, en ingénierie ou dans une science physique équivalente,
- être titulaire d'un diplôme de deuxième cycle universitaire en physique médicale (ou équivalent),
- avoir effectué une formation clinique continue et structurée pendant au moins deux ans (équivalent temps plein) à l'hôpital.

Ces normes précisent également qu'« [i]l faut souligner que le titulaire d'un diplôme universitaire en physique médicale qui n'a pas suivi la formation hospitalière requise ne peut être considéré comme compétent sur le plan clinique. »

Afin de résoudre en partie le problème de la formation clinique de la prochaine génération de physiciens médicaux spécialisés en médecine nucléaire, un guide de formation clinique et d'autres ressources facilitant la mise en place du programme de formation clinique destiné aux internes ont été établis. Les personnes qui suivent une formation dans le cadre de ce programme sont appelées internes.

La présente publication a pour but d'aider les internes à comprendre la nature du programme ainsi que le rôle et les obligations qu'eux-mêmes et d'autres personnes ont, afin que la formation clinique se déroule le mieux possible.

Il est important de lire attentivement la présente publication avant de commencer la formation clinique.

I.2. ORGANISATION DU PROGRAMME DE FORMATION CLINIQUE

L'organisation et les relations au sein du programme pilote de formation clinique du RCA sont présentées schématiquement sur la figure I.1. On trouvera ci-après une brève explication du rôle de certains des groupes ou personnes qui y figurent. Pour plus d'informations, se référer à l'appendice III de la présente publication (*Guide de mise en œuvre*).

- **L'autorité nationale responsable**, par exemple l'organisation professionnelle compétente, le Ministère de l'éducation, le Ministère de la santé ou l'Agence nationale de l'énergie atomique est responsable du programme dans son ensemble. Elle assure une reconnaissance officielle au titre obtenu dans le cadre du programme. Elle constituera un comité de pilotage national et désignera un coordonnateur national du programme. Cette autorité déléguera en principe ses pouvoirs au comité de pilotage afin que ce dernier surveille le déroulement du programme.
- Le **comité de pilotage national** est composé de membres de l'organisation professionnelle et de représentants d'autres groupes d'intérêts et parties prenantes. Ce comité est chargé de maintenir le niveau du programme en s'assurant que ses lignes directrices sont scrupuleusement respectées par les services et par les internes. Il examine les réclamations et les appels et le coordonnateur national du programme est placé sous son autorité.

- L'**organisation professionnelle** est chargée de fixer les règles professionnelles qui permettent de définir les compétences et d'apporter son soutien professionnel au programme. Elle devrait en principe être responsable globalement des procédures d'évaluation.
- Le **superviseur clinique** est un physicien médical suffisamment qualifié et expérimenté, spécialisé en médecine nucléaire, qui travaille dans le même service que l'interne. Il a un rôle essentiel dans la réussite de la formation clinique d'un interne. Pour plus de détails sur le rôle et les responsabilités du superviseur clinique, se référer à la section 3.1.
- Le **groupe de soutien** est constitué de personnes qui acceptent de contribuer à la formation de l'interne. Des médecins nucléaires, des physiciens médicaux en médecine nucléaire et des enseignants peuvent faire partie de ce groupe. Dans l'idéal, au moins une personne étrangère au pays devrait également en être membre.

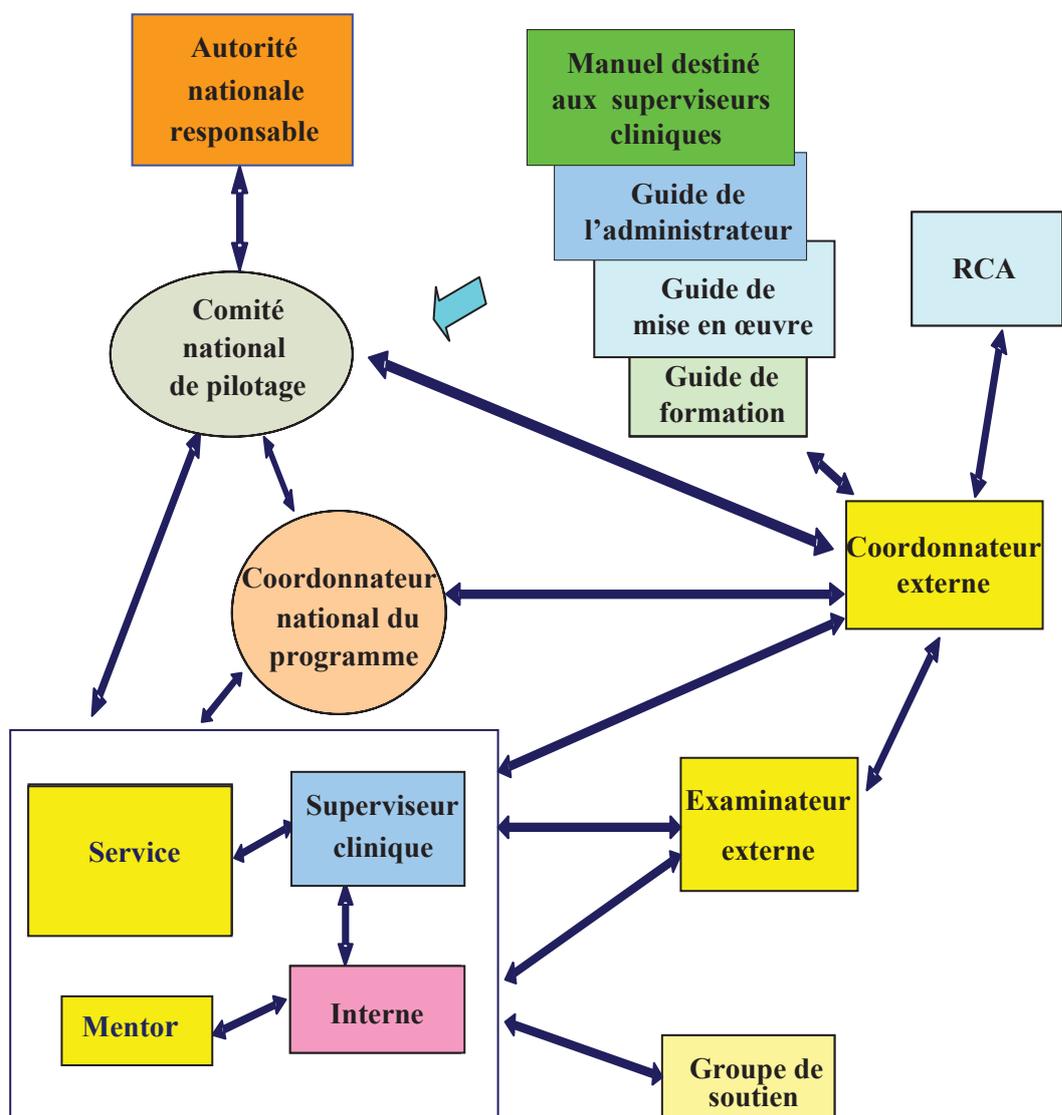


FIG. I.1. Schéma présentant la structure de pilotage et les relations au sein du programme pilote de formation clinique du RCA. Certains liens (comme ceux qui existent entre le service et l'interne) ont été omis par souci de simplicité.

- Le *coordonnateur externe* surveille les progrès réalisés par les internes et le programme en général. Il travaille en étroite collaboration avec le coordonnateur national du programme et le comité de pilotage national afin de s'assurer que le programme se déroule correctement.
- Les *examineurs externes* suivent les progrès accomplis par les internes individuellement et contrôlent leur plan de travail ou les éléments d'évaluation.

I.3. RÔLE ET RESPONSABILITÉS DE L'INTERNE

Le succès du programme de formation clinique repose sur vous, interne, qui effectuez un auto-apprentissage dans le cadre duquel, en concertation avec votre superviseur clinique, vous fixez des échéances. Vous devez également prendre la responsabilité personnelle de respecter ces échéances. Un interne qui prend peu d'initiatives et/ou n'accepte que lentement de prendre des responsabilités risque d'avoir des difficultés à mener à bien le programme.

La formation peut être interrompue si vous n'atteignez pas le niveau requis pour le programme après une période pendant laquelle on vous aura fait part des corrections à apporter en vous encourageant et en vous laissant le temps de vous améliorer.

Vos obligations :

- Rencontrer régulièrement votre superviseur clinique afin de discuter de votre progression et de faire le point sur les échéances ;
- Accepter le soutien et les corrections de votre superviseur clinique et des autres médecins expérimentés de votre service. Vous devez accepter ces interventions dans l'esprit dans lequel elles sont effectuées, c'est-à-dire vous aider à mieux réaliser le programme de formation ;
- Tenir à jour la documentation requise. Exemple important, vous devez vous assurer que votre superviseur clinique « appose son visa » après avoir évalué une compétence. Autre exemple important, vous devez tenir à jour votre portfolio ;
- Préparer minutieusement toutes les évaluations prescrites par le programme ;
- Saisir toutes les occasions d'enrichir vos connaissances théoriques et pratiques et, une fois celles-ci acquises, les entretenir.

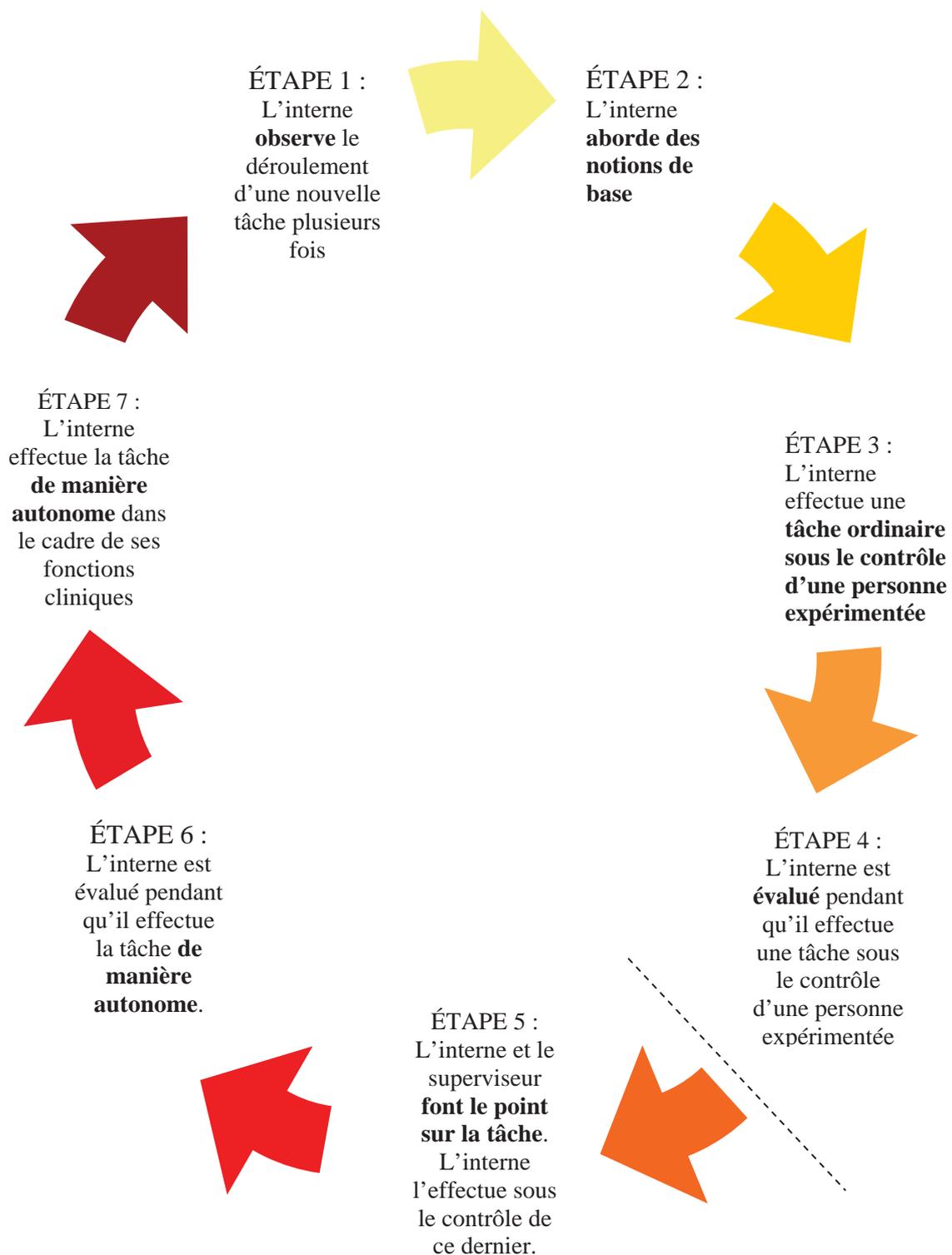
I.4. RÔLE ET RESPONSABILITÉS DU SUPERVISEUR CLINIQUE

Obligations du superviseur clinique :

- Veiller à ce que l'interne soit formé sur tous les aspects importants de la physique de la médecine nucléaire, en favorisant la mise en place d'un programme de formation structuré qui respecte le guide, le contenu des modules et le niveau requis pour réussir une évaluation définis par le comité de pilotage national. Il convient de noter que cela ne signifie pas que toute la formation doit être dispensée par le superviseur. Sa responsabilité consiste à veiller à ce que des spécialistes suffisamment qualifiés assurent la formation de l'interne sur les divers aspects du programme ;
- Rencontrer régulièrement l'interne afin de discuter de sa progression (et notamment de faire le point sur les échéances) et de lui signaler les progrès accomplis **et** les corrections qu'il doit effectuer, par exemple le niveau de compétence atteint et les compétences

requis dont l'acquisition a pris du retard (Note : dans le présent programme, cette rencontre peut avoir lieu en tête-à-tête, par vidéoconférence ou selon d'autres moyens, en fonction des circonstances) ;

- Remettre un rapport semestriel sur la progression de l'interne au coordonnateur national du programme ;
- Veiller à ce que la formation et les résultats de l'interne sur le plan clinique soient suivis, étayés par des documents et évalués et qu'ils fassent l'objet de rapports, lorsqu'il y a lieu ;
- Veiller à ce que la formation clinique continue soit dispensée au niveau requis par le comité de pilotage national et aider l'interne lorsque cela est nécessaire ;
- Veiller, si possible, à ce que l'interne soit affecté dans d'autres hôpitaux pour de courtes périodes afin d'acquérir de l'expérience sur des techniques ou l'utilisation d'équipements qui n'existent pas dans son service ;
- Veiller à ce que l'interne ait suffisamment d'occasions de se préparer à toutes les évaluations requises dans le cadre du programme ;
- Faciliter, si possible, des évaluations externes de l'interne au cours de sa formation.



*FIG. I.2 : Étapes chronologiques de la formation clinique et de l'évaluation des compétences.
Le passage de l'étape 4 à l'étape 5 peut être effectué une fois que l'interne a acquis de l'expérience.*

I.5. APPENDICES IMPORTANTS

Outre le présent appendice, plusieurs autres appendices sont importants pour vous, interne qui participez au programme. Il s'agit de :

- *l'appendice IV (Guide de formation clinique)*
- *l'appendice V (Évaluation des compétences)*
- *l'appendice VI (Formulaires et documents complémentaires)*

Vous êtes invité à conserver un exemplaire papier de chacun de ces appendices. Vous aurez fréquemment besoin de consulter le Guide de formation clinique pendant votre internat. De plus, l'appendice sur l'Évaluation des compétences devra être mis à jour au fur et à mesure que vos compétences seront contrôlées par votre superviseur clinique ou par la personne désignée à cette fin. Cet appendice peut également être consulté par le coordonnateur national du programme, par le coordonnateur externe ou par un conseiller externe.

I.6. RECRUTEMENT DE L'INTERNE

Les internes ne peuvent être recrutés que par des services qui ont obtenu un agrément du comité de pilotage national pour assurer une formation clinique dans le cadre du programme. Un candidat à l'internat doit envoyer un formulaire de « Demande d'admission » complété au coordonnateur national du programme (voir l'appendice VI) et ne devient interne que lorsque cette demande a été acceptée par ce coordonnateur, et également par le coordonnateur externe dans le cas du programme pilote de l'AIEA.

Si vous êtes candidat à l'internat, vous devez savoir ce que l'on attendra de vous et connaître la durée du programme de formation clinique. Se référer à l'appendice III.4 (Conditions d'admission des internes).

I.7. ACCUEIL D'UN NOUVEL INTERNE

En plus de l'accueil habituel au sein de l'hôpital et du service, un nouvel interne sera accueilli spécifiquement pour le programme de formation clinique appliqué dans son pays.

La première rencontre entre vous-même, nouvel interne, et votre superviseur clinique portera sur les aspects suivants :

- explications du rôle du superviseur clinique,
- ce que l'on attend de vous dans le cadre du programme de formation clinique,
- responsabilités de l'interne au titre de ce programme,
- calendrier d'évaluation (qui prévoira des réunions régulières, au moins une fois par mois),
- annonce des dates prévues pour l'évaluation externe, y compris pour les examens annuels,
- ressources disponibles (comme des exemples de travaux demandés, l'accès à des manuels de base, etc.),
- octroi de bourses et autres sources de financement pour pouvoir assister à des cours et à des conférences,
- obligation d'assister aux séminaires et aux réunions cliniques et niveau de participation attendu,

- rôle du coordonnateur national du programme et des autres personnes concernées qui ne font pas partie du service,
- devoirs et responsabilités générales du salarié,
- questions posées par l'interne.

Lors de cette rencontre, vous devriez également aborder avec votre superviseur clinique la question du matériel didactique :

- projet de contrat d'études comprenant un calendrier de formation pour les six premiers mois,
- ressources nécessaires pour respecter les obligations en matière documentaire.

Pour étayer ce programme de formation axé sur les compétences cliniques requises, il importera de réunir une partie des sources de connaissances qui figurent dans le guide. Un effort a été réalisé pour citer des ressources de qualité et téléchargeables, par ex. les rapports de l'Association américaine des physiciens en médecine (AAPM). En plus de ces ressources, l'interne pourra prendre connaissance du programme d'accès à la recherche HINARI, <http://www.who.int/hinari/fr/>, lequel permet, dans certains services, de télécharger gratuitement des articles scientifiques qui sont normalement payants. L'interne est également invité à rassembler un certain nombre de documents portant sur les principaux domaines de son expérience clinique en suivant la liste des sources d'information incluses dans les modules.

I.8. CONTRAT CONCLU ENTRE L'INTERNE ET SON SUPERVISEUR

Au cours des deux premiers mois d'internat, l'interne et son superviseur clinique sont invités à établir le texte définitif d'un contrat d'études comprenant les besoins et le calendrier de formation, les objectifs, les ressources et les stratégies. Il est souhaitable que figurent dans le contrat d'études un calendrier pour l'acquisition de compétences précises dans les six mois suivants ainsi qu'un aperçu du calendrier pour l'ensemble du programme de formation (sur le sens du mot compétence dans le contexte du programme, se référer à la section 10).

Vous devez être conscient qu'il sera peut-être nécessaire de faire évoluer le calendrier.

Il est souhaitable d'aborder la question des exigences que l'interne devra respecter, notamment le spectre de compétences et les critères d'évaluation.

Le contrat d'études présente les avantages suivants :

- il permet d'identifier les besoins et les ressources de formation,
- il permet de mettre en place un cadre pour discuter de la faisabilité des objectifs, compte tenu du calendrier et de la charge de travail du service, du superviseur et de l'interne,
- il favorise la communication entre l'interne et son superviseur,
- il vous permet à vous, interne, de vous approprier le programme et de vous engager, car il est clair que vous devez être responsable de votre propre formation,
- il permet de définir et de mettre en œuvre une stratégie, ce qui est nécessaire compte tenu de la charge et du périmètre du travail à effectuer dans le cadre du programme de formation,
- il permet de déclencher une évaluation.

Parmi les inconvénients de ce type de contrat, on peut citer la nécessité de mettre à jour régulièrement le plan de travail, étant donné que la durée d'une part importante de la formation clinique peut s'avérer difficile à estimer.

Dès que possible, il conviendra d'établir un plan permettant de réaliser correctement le programme de formation clinique dans les délais prévus. Ce plan devrait comprendre :

- les connaissances à acquérir à court, moyen et long terme,
- le calendrier des évaluations finales (nationales) afin de pouvoir hiérarchiser les compétences à acquérir,
- le calendrier des obligations relatives aux activités cliniques et à la recherche, y compris les cours et les conférences,
- le calendrier des stages, notamment dans les centres de radio-oncologie et de radiodiagnostic,
- les sujets sur lesquels peuvent porter au moins cinq rapports principaux du portfolio concernant les travaux les plus marquants de l'interne, rapports qui seront établis pendant la période d'internat (voir la section 9),
- le niveau d'autonomie exigé,
- un plan pour les périodes où l'interne dispose de temps, lequel prévoira par exemple des travaux ou l'acquisition de connaissances théoriques,
- les situations ou problèmes éventuels qui peuvent influencer sur la formation, notamment des changements importants intervenus au sein du service,
- les possibilités de formation pratique. À titre d'exemple, assister à une panne de matériel et observer comment le problème est résolu.

Pour faciliter la rédaction du contrat d'études, un exemple de modèle est fourni dans l'appendice « Formulaires et documents complémentaires ».

Cela étant, le superviseur et l'interne peuvent décider d'utiliser un document qui leur convient et ne leur prend pas trop de temps à tenir à jour (par rapport à leurs besoins). Une autre méthode peut être retenue dès lors qu'elle permet de disposer de toutes les informations nécessaires et qu'elle déclenche l'affectation des ressources et du personnel requis pour la formation clinique.

Le contrat d'études doit être accepté par le superviseur comme par l'interne, car il doit pouvoir être exécuté par les deux parties et consacrer leur engagement à respecter les délais. Il doit tenir compte des contraintes du service et du superviseur. Le contrat d'études présente les avantages suivants :

- il permet de s'assurer que l'évaluation d'un nombre important de compétences n'est pas effectuée à la fin du programme,
- il permet de planifier les sujets de formation qui nécessitent d'accéder à certains équipements ou qui requièrent la coopération d'autres personnes.

Pour pouvoir respecter les engagements pris dans le cadre du contrat d'études, vous devrez être capable de bien gérer votre temps.

Deux autres documents figurant à l'appendice VI, le formulaire **LISTE DE CONTRÔLE ANNUELLE POUR LES INTERNES** et le formulaire **LISTE DE CONTRÔLE DES ÉTAPES À ACCOMPLIR PAR L'INTERNE**, permettent de susciter des échanges et de s'assurer que l'interne a rempli toutes ses obligations.

Il convient de noter qu'un superviseur ne peut être tenu responsable de ne pas avoir évalué une compétence avant une échéance si vous ne respectez pas les dates prévues ou remettez au dernier moment une quantité importante de travaux pour une évaluation.

Au départ, vous aurez peut-être besoin d'être guidé avec précision afin de s'assurer que vous respectez les échéances et atteignez les niveaux de compétence requis conformément à votre contrat d'études. Cependant, au fur et à mesure que vous avancerez dans le programme, vous devrez être plus actif et autonome et accepter davantage de responsabilités. Guider l'interne dans cette évolution professionnelle fait partie des missions du superviseur clinique. La figure I.2 présente de manière schématique une démarche de formation clinique et d'évaluation des compétences.

I.9. ÉVALUATION

Dans le programme de formation clinique, l'évaluation d'un interne comporte plusieurs aspects :

- Les **compétences** (telles qu'elles sont définies dans les sous-modules du Guide de formation clinique).

Chaque sous-module correspond à une partie cohérente des connaissances cliniques théoriques ou pratiques. Le Guide de formation clinique énumère l'ensemble des compétences (ou sous-modules) qui doivent être maîtrisées. Les sous-modules qui doivent être assimilés et le niveau de compétence requis pour chaque sous-module ont été fixés par l'autorité nationale responsable ou par son représentant. Ils figurent dans le Guide de formation clinique (voir l'appendice III.3.1.1).

Le superviseur clinique peut programmer l'évaluation d'une compétence à n'importe quel moment convenu avec l'interne. Les sous-modules peuvent être effectués dans n'importe quel ordre et il est possible d'en entreprendre plusieurs en même temps. L'évaluation doit être menée conformément au contrat d'études et doit porter sur un ou plusieurs des éléments suivants :

- **Le travail clinique.** Il s'agit d'une évaluation continue des compétences. Du personnel qualifié observe l'interne effectuer des tâches cliniques quotidiennes ;
- **Le contrôle par module.** L'interne se voit confier du travail clinique et des responsabilités une fois les compétences d'un module donné acquises. Ainsi, on peut lui confier la mise en service d'un appareil une fois qu'il est capable d'effectuer des tests de contrôle de la qualité de routine ;
- **Le contrôle portant sur la mise en service de nouveaux appareils.** Dans ce cas, l'évaluation des compétences est liée aux nouveaux projets engagés au sein du service. Il s'agit d'un apprentissage opportuniste qui peut porter sur plusieurs domaines de compétence.

De nombreuses compétences seront sans doute évaluées à plusieurs reprises. Ainsi, l'interne peut avoir travaillé sur une compétence donnée pendant un certain temps, puis être évalué et obtenir la note de 3. Il peut ensuite être affecté à une autre tâche puis travailler à nouveau sur la première compétence (correspondant à un sous-module) ultérieurement, une deuxième évaluation étant effectuée à la fin de cette période. Après chaque évaluation de compétence, l'interne se voit indiquer les corrections à apporter à son travail et les moyens d'y parvenir. Vous ne devez pas être affecté par ces remarques. Il convient de noter que l'évaluateur vous indique comment vous pouvez obtenir de meilleurs résultats dans le cadre du programme.

Les critères d'évaluation des compétences figurent dans le Guide de formation clinique. Comme le montrent ces critères, l'évaluation des compétences ne consiste pas seulement à apprécier l'aptitude technique de l'interne mais également si son comportement (sur des points comme la sûreté des pratiques ou les capacités de communication) est celui que l'on attend d'un physicien médical qualifié spécialisé en médecine nucléaire.

- **Portfolio**

Le portfolio vous donne la possibilité de faire état de l'étendue et de la profondeur de vos connaissances sur certains sujets. Il est également utile pour l'évaluation externe de vos compétences, la vérification de vos attestations de niveau, l'amélioration de vos capacités de rédaction scientifique et la justification de vos connaissances dans le cadre d'un appel concernant un résultat d'examen. Vous devrez conserver un dossier de preuves car c'est lui qui vous permettra d'établir les rapports prévus.

Le superviseur clinique consultera le dossier de preuves à intervalles réguliers (au moins une fois par semestre) et fera part de ses observations à l'interne. Le coordonnateur national, ou son délégué, examinera le portfolio à la fin de chaque année de programme effectuée par l'interne et attribuera une note au portfolio : satisfaisant ou insatisfaisant.

Le portfolio contient les documents suivants :

- un curriculum vitae,
- des rapports d'avancement,
- un « résumé des compétences acquises » qui fait apparaître le niveau de compétence acquis pour chacun des sous-modules,
- des exemples de travaux réalisés par l'interne à partir d'au moins trois à cinq modules principaux du Guide de formation clinique. Ces exemples de travaux peuvent être :
 - des rapports de service, portant par exemple sur la mise en service et la mise en œuvre clinique d'un nouvel équipement ou d'une nouvelle technique de traitement,
 - des travaux portant sur des compétences fondamentales,
 - un article de recherche publié dans une revue locale ou à comité de lecture,
 - une présentation scientifique lors d'une réunion nationale ou internationale,
 - un exposé sur les aspects essentiels d'un module.

Chaque rapport du portfolio doit, dans l'idéal, compter moins de 10 pages (police 10, interligne simple et impression recto). Il est recommandé d'éviter les rapports trop longs et de mentionner, sans les inclure, les tableaux et les graphiques de données.

- **Travaux**

Au cours du programme de formation, l'interne devra effectuer trois travaux. Ceux-ci devront être remis au plus tard 9, 15 et 21 mois environ après le début du programme (ce calendrier de remise peut être modifié par le comité de pilotage national). Ces travaux seront notés par une personne désignée par le comité de pilotage et éventuellement par un examinateur externe nommé par le coordonnateur et, un mois au plus tard après avoir été remis, seront rendus à l'interne afin que celui-ci dispose de l'appréciation qui aura été portée sur ces travaux. Vous êtes invité à discuter des remarques émises avec votre superviseur clinique.

Les travaux seront notés sur une échelle de 1 à 5. La note sera de 4 ou 5 si le travail est jugé insuffisant, de 3 s'il est jugé passable, de 2 s'il est jugé bon et de 1 s'il est jugé très bon.

Si vous obtenez une note de 4 ou 5, vous devrez modifier votre travail en tenant compte des remarques formulées et le remettre à nouveau dans un délai d'un mois afin qu'il soit évalué une deuxième fois.

- **Épreuve écrite**

L'épreuve écrite est optionnelle et laissée à la discrétion du comité de pilotage national ou de son délégué. Elle portera sur les principaux modules du Guide de formation clinique et pourra également inclure toute connaissance pertinente de la physique de la médecine nucléaire. Elle testera de manière plus approfondie les connaissances évaluées dans le cadre du master en sciences.

- **Épreuve orale**

Celle-ci sera organisée par le comité de pilotage national à la fin du programme de formation. Avant de passer l'examen oral, un interne doit avoir été évalué sur TOUS les autres aspects du programme avec succès. Cet examen sera basé sur une part importante du portfolio, le reste de l'épreuve portant sur d'autres aspects du Guide de formation clinique.

- **Épreuve pratique**

L'épreuve pratique est optionnelle (elle est laissée à l'entière discrétion du comité de pilotage national) et, dans l'idéal, est organisée dans le cadre d'une procédure d'habilitation professionnelle. Cet examen est conçu à partir de cas de figure auxquels un physicien médical peut être confronté s'il est expérimenté et porte sur un ensemble de compétences acquises au cours du programme de formation clinique.

- **Journal de bord**

Il est recommandé mais pas obligatoire de tenir un journal de bord. Celui-ci ne fait pas partie du processus d'évaluation. S'il est utilisé, le journal de bord doit être tenu à jour par l'interne et contenir une trace des expériences de formation, accompagnées de commentaires portant sur les difficultés rencontrées et sur les résultats de l'apprentissage. Le superviseur peut également se servir du journal de bord pour établir qu'un travail suffisant a été accompli et ainsi valider une compétence s'il lui est difficile d'évaluer cette compétence sur le plan pratique. Le journal de bord peut être au format papier ou au format informatique.

NOTES :

- Pour que l'interne puisse valider l'ensemble du programme, son niveau doit avoir été jugé satisfaisant sur tous les aspects susmentionnés.
- Avant de pouvoir se présenter à l'épreuve orale, l'interne doit avoir atteint le niveau de compétence requis pour TOUS les sous-modules.
- L'épreuve orale et, le cas échéant, l'épreuve pratique, servent à déterminer si la démarche du candidat est celle d'un physicien médical qualifié, c'est-à-dire s'il est capable de travailler sans encadrement de manière professionnelle, scientifique et sûre. Cependant, comme seule une petite partie des connaissances et des compétences techniques peuvent être évaluée lors de ces examens, pour la part la plus importante du rôle et des responsabilités du physicien médical, c'est l'évaluation des compétences en situation pratique qui joue un rôle essentiel pour garantir que le praticien agit avec compétence et de manière sûre.

I.10. EXEMPLES DE MÉTHODES D'ÉVALUATION DES COMPÉTENCES QUE VOUS POURREZ RENCONTRER

Votre compétence concernant un sous-module donné peut être évaluée de bien des manières. L'évaluateur peut :

- vous observer, vous écouter et vous interroger pendant un acte clinique ordinaire,
- vous écouter enseigner vos connaissances à quelqu'un d'autre,
- vous proposer des scénarios fictifs. Exemples :
 - communiquer avec un patient ou un collègue (peut-être également poser un dilemme concernant un patient)
 - vous demander d'établir un calendrier de mise en service pour une gamma-caméra hybride
 - mettre en service un TEP-Scan
 - mettre en service un activimètre,
- vous inviter à assister à :
 - une formation interne sur la gestion des conflits
 - un cours universitaire sur les présentations orales destiné à des étudiants de troisième cycle,
- demander à un patient ou à un autre professionnel son avis sur la façon dont vous avez communiqué avec lui,
- effectuer une évaluation orale lors d'une réunion régulière entre le superviseur et l'interne,
- rédiger un court rapport écrit contenant l'évaluation et une appréciation constructive,
- procéder à une évaluation pratique comprenant des questions orales pendant que vous effectuez une opération courante (relative, par exemple, à l'assurance de la qualité ou encore à un étalonnage dosimétrique),
- vous faire passer des examens objectifs et structurés portant sur des problèmes cliniques ou vous demander d'effectuer une série de tâches cliniques définies,
- examiner votre journal de bord,
- définir un projet de travaux cliniques,
- vous exposer des cas de problèmes qui concernent un patient ou un équipement,
- vous demander d'énumérer les étapes essentielles à la réalisation d'une tâche,
- vous demander de passer un test de compétence externe dans un autre service,
- examiner votre portfolio,
- vous demander de participer à un programme d'enseignement local,

- avoir recours à l'autoréflexion. Ne soyez pas surpris si votre superviseur vous demande « d'après vous, comment vous en êtes-vous sorti ? » après avoir évalué une de vos compétences,
- vous inviter à effectuer un exposé devant les membres du service,
- vous demander d'écrire :
 - des exemples de lettres qui seront évaluées par votre superviseur sur certains aspects importants
 - un rapport sur le rôle joué par d'autres professionnels
 - un rapport sur le parcours d'un patient, du diagnostic au traitement,
- vous inviter à compiler des schémas de décision,
- vous inviter à procéder à l'évaluation critique d'un article de revue lors d'une « réunion d'examen des revues » du service.

I.11. STAGES

L'interne peut être tenu de se former dans d'autres hôpitaux pour une certaine période afin d'acquérir de l'expérience sur des techniques ou sur des équipements qui ne sont pas utilisés dans l'hôpital dans lequel il travaille. Le Guide de formation clinique impose également à l'interne d'acquérir des connaissances et des compétences en radiologie et en radio-oncologie.

APPENDICE II.

MANUEL DESTINÉ AUX SUPERVISEURS CLINIQUES

II.1. INTRODUCTION	21
II.2. NOMINATION DU SUPERVISEUR CLINIQUE	22
II.3. RÔLE ET RESPONSABILITÉS DU SUPERVISEUR CLINIQUE	22
II.4. CARACTÉRISTIQUES DES SUPERVISEURS	23
II.5. RECRUTEMENT DE L'INTERNE.....	25
II.6. ACCUEIL D'UN NOUVEL INTERNE.....	26
II.7. CONTRAT CONCLU ENTRE L'INTERNE ET SON SUPERVISEUR.....	26
II.7.1 Accord et plan de formation.....	26
II.7.2 Respect des objectifs fixés.....	28
II.8. MODÈLES D'ENCADREMENT	29
II.9. ÉVALUATION	29
II.10. EXEMPLES DE MÉTHODES D'ÉVALUATION DES COMPÉTENCES	30
II.11. MOTIVATION DE L'INTERNE.....	31
II.11.1 Si un interne n'atteint pas le niveau requis.....	33
II.12. STAGES	33
II.13. BIBLIOGRAPHIE.....	34
II.14. RESSOURCES UTILES POUR LES SUPERVISEURS CLINIQUES.....	34

REMERCIEMENTS

Le présent appendice s'inspire du manuel destiné aux internes élaboré en Nouvelle-Galles du Sud (NGS), manuel utilisé dans le cadre du Programme de formation et d'habilitation (TEAP) de l'ACPSEM en faveur des internes en physique médicale en radio-oncologie. Nous remercions le Ministère de la santé de NGS pour sa précieuse contribution.

II.1. INTRODUCTION

Dans le cadre de leur formation, les internes ont besoin des orientations données par un superviseur clinique. Le présent manuel a pour objet d'aider les superviseurs cliniques à comprendre leur rôle et leurs responsabilités.

Le temps et les efforts consacrés à la formation des internes sont récompensés, car ceux-ci deviennent plus expérimentés et contribuent plus efficacement à l'activité du service en y occupant, à terme, des postes plus importants. Pour que la mise en œuvre du programme soit un succès, il est indispensable de disposer des ressources de formation clinique adéquates. Le superviseur clinique en est un élément central au sein du service qui accueille l'interne. Le présent appendice expose son rôle et ses responsabilités.

Il est important que le superviseur clinique lise attentivement le présent appendice avant de commencer à former un interne. Il doit également posséder une bonne connaissance du *Guide de formation clinique* (appendice IV) et de tous les documents y afférents. La section II.16 propose une liste de ressources utiles pour les superviseurs (adresses URL, etc.).

II.2. NOMINATION DU SUPERVISEUR CLINIQUE

Un service qui souhaite participer au programme pilote de formation clinique du RCA doit nommer un superviseur clinique suffisamment qualifié et expérimenté. Il importe que le superviseur clinique soit convaincu d'en être capable et ait la volonté d'assumer le rôle et les responsabilités correspondant à sa fonction.

Les étapes de la désignation d'un superviseur clinique sont les suivantes :

- en principe, le physicien principal lance le processus de désignation et indique à la personne à laquelle ce poste est proposé ce que l'on attend d'elle, ainsi que les impacts de cette fonction sur ses autres activités,
- cette personne doit accepter cette nomination, laquelle doit être approuvée par le chef de service et par le coordonnateur national du programme,
- le superviseur clinique et le physicien principal concluent un accord afin de s'assurer que l'interne sera effectivement encadré ; si possible, la charge de travail du superviseur est adaptée pour tenir compte du temps nécessaire à la gestion, à la formation et à l'évaluation de(s) l'(s) interne(s).

Il convient également de prendre en compte l'adéquation entre les moyens nécessaires à la formation et la mission du service. Le superviseur clinique et le physicien principal devraient par exemple réfléchir sur :

- le temps pendant lequel les équipements seront réservés pour la formation et/ou l'évaluation (si possible) pendant les heures normales de travail,
- le financement d'heures supplémentaires ou une meilleure flexibilité pour le superviseur et les autres membres du personnel qui participent à la formation clinique afin qu'ils puissent prendre un repos compensateur pour les activités de formation effectuées en dehors des heures normales de travail, activités qui peuvent être nécessaires pour que l'interne ait davantage accès aux équipements,
- la prise en compte de la charge de travail liée à l'encadrement clinique lors de la répartition des rôles et des responsabilités au sein du service,
- la reconnaissance de l'importance de la mission d'encadrement clinique pour l'interne et pour le service.

II.3. RÔLE ET RESPONSABILITÉS DU SUPERVISEUR CLINIQUE

Obligations du superviseur clinique :

- Veiller à ce que l'interne soit formé sur tous les aspects importants de la physique de la médecine nucléaire en favorisant la mise en place d'un programme de formation structuré qui respecte le guide, le contenu des modules et le niveau requis pour réussir une évaluation définis par le comité de pilotage national. Il convient de noter que cela ne signifie pas que toute la formation doit être dispensée par le superviseur. Sa

responsabilité consiste à veiller à ce que des spécialistes suffisamment qualifiés assurent la formation de l'interne sur les divers aspects du programme. Pour plus d'informations sur ce point, veuillez consulter la section 10, « Modèles d'encadrement » ;

- Rencontrer régulièrement l'interne afin de discuter de sa progression (et notamment de faire le point sur les échéances) et de lui signaler les progrès accomplis et les corrections qu'il doit effectuer, par exemple le niveau de compétence atteint et les compétences requises dont l'acquisition a pris du retard (Note : dans le présent programme, cette rencontre peut avoir lieu en tête-à-tête, par vidéoconférence ou selon d'autres moyens, en fonction des circonstances) ;
- Remettre un rapport semestriel sur la progression de l'interne au coordonnateur national du programme ;
- Veiller à ce que la formation et les résultats de l'interne sur le plan clinique soient suivis, étayés par des documents et évalués et qu'ils fassent l'objet de rapports, lorsqu'il y a lieu ;
- Veiller à ce que la formation clinique continue soit dispensée au niveau requis par le comité de pilotage national et aider l'interne lorsque cela est nécessaire ;
- Veiller, si possible, à ce que l'interne soit affecté dans d'autres hôpitaux pour de courtes périodes afin d'acquérir de l'expérience sur des techniques ou l'utilisation d'équipements qui n'existent pas dans son service ;
- Veiller à ce que l'interne ait suffisamment d'occasions de se préparer à toutes les évaluations requises dans le cadre du programme ;
- Faciliter, si possible, des évaluations externes de l'interne au cours de sa formation.

Les superviseurs cliniques devraient eux-mêmes continuer à se perfectionner tout au long de leur vie. Il leur est également recommandé d'assister à un atelier de formation de formateurs (si possible) afin de comprendre les grandes lignes du Guide de formation clinique avant de commencer à former un interne.

II.4. CARACTÉRISTIQUES DES SUPERVISEURS

La formation clinique (dans les meilleures conditions) se déroule dans un environnement qui favorise le développement du raisonnement clinique, de la socialisation professionnelle et de l'amélioration continue (McAllister 1997). Les superviseurs sont invités à réfléchir sur les moyens qui ont favorisé leur apprentissage durant leur propre formation et à s'appuyer sur leur expérience afin d'utiliser les meilleures méthodes au cours de la formation clinique.

Les qualités nécessaires pour faire un bon superviseur sont diverses et sont détaillées ci-après :

- **En tant que responsable**

Le superviseur doit être organisé et présenter clairement à l'interne le tableau de service, les échéances, les critères d'évaluation et ce que l'on attend de lui. De plus, le superviseur doit se concerter avec d'autres services et avec des personnes étrangères au service afin de s'assurer qu'il n'y a pas d'obstacle à la formation clinique et à l'encadrement quotidien.

- **En tant que formateur**

L'enseignement dispensé par le superviseur clinique comporte les étapes suivantes :

- le superviseur effectue une démonstration devant l'apprenant
- l'interne s'exerce et le superviseur lui fait part de ses observations
- le superviseur lui apporte un soutien qui diminue progressivement au fur et à mesure que l'interne devient plus compétent
- l'interne décrit la méthode qu'il emploie pour résoudre un problème
- l'interne compare ses méthodes de résolution des problèmes à celles d'un confrère de même niveau ou d'un physicien plus expérimenté
- l'interne finit par résoudre les problèmes de manière autonome

Parmi les autres aspects de l'enseignement, on peut citer :

- le fait d'offrir des conditions satisfaisantes pour que l'interne puisse effectuer un auto-apprentissage
- le fait d'attirer l'attention de l'interne sur les aspects importants d'une tâche (et sur l'ordre d'un groupe de tâches interdépendantes)
- la transmission des secrets du métier et pas uniquement des aspects matériels d'une tâche
- le fait de s'assurer que les connaissances théoriques et pratiques de base sont acquises avant d'entreprendre des tâches plus complexes

- **En tant qu'observateur**

Le superviseur clinique est invité à saisir toutes les occasions qui se présentent pour observer l'interne effectuer des tâches. Ces observations ne sont pas seulement très utiles pour lui faire part au bon moment des corrections à apporter et pour l'encourager, mais devraient également constituer un élément essentiel du processus d'évaluation.

- **En tant que mentor**

Ce rôle peut être assumé par une autre personne que le superviseur clinique. Il importe que ce soit l'interne qui choisisse son mentor.

Les internes sont souvent de jeunes adultes qui subissent des pressions sociales et financières importantes. Un mentor peut être amené à aborder les problèmes personnels d'un interne et est invité à prendre le temps de comprendre la situation de l'interne sans s'ingérer dans sa vie privée. Si un superviseur clinique souhaite remplir ce rôle et si l'interne l'accepte, le superviseur doit donner des conseils en tenant compte de ses limites et de son niveau de compétence. Si l'interne a besoin d'une aide qui dépasse les compétences, la zone de confort ou les limites éthiques, de confidentialité, de vie privée ou d'évaluation du mentor ou du superviseur clinique, celui-ci devrait l'adresser au physicien principal ou au service de psychologie de l'hôpital ou de l'université. En outre, le superviseur clinique devrait encourager l'interne à demander de l'aide à l'extérieur si nécessaire ou du moins faire en sorte qu'il puisse en demander en toute sérénité.

- **En tant que miroir**

Les remarques adressées aux internes doivent être constructives mais aussi correctives. Elles doivent également être variées, ne pas constituer un jugement, être précises et concerner des démarches qui peuvent être modifiées, être descriptives et brèves et avoir un caractère privé (si cela est pertinent sur un plan professionnel ou si l'interne peut être affecté par des remarques correctives). Le superviseur clinique doit se

souvenir que des questions facilitent souvent les discussions qui portent sur les points à améliorer (il peut par exemple demander : « D'après vous, comment vous en êtes-vous sorti ? »).

- **En tant qu'évaluateur**

Le rôle d'évaluateur des compétences cliniques est l'une des missions les plus importantes et les plus difficiles du superviseur clinique. Il est primordial que l'évaluation soit « transparente », ce qui impose que l'interne :

- soit clairement averti de ce que l'on attend de lui (niveau de connaissances théoriques et pratiques exigé) pour qu'il réussisse le programme (le *Guide de formation clinique* fournit des détails concernant l'évaluation du niveau de compétence atteint),
- comprenne les raisons de la note obtenue (ce qui a été bien fait, les lacunes concernant les connaissances théoriques ou pratiques). Il est souhaitable d'expliquer pourquoi c'est cette note qui a été retenue et non la note inférieure ou supérieure. Ainsi, si, pour une compétence, l'interne obtient une note de 3, il convient d'expliquer pourquoi les notes de 2 et de 4 n'étaient pas jugées pertinentes,
- bénéficie d'un soutien après avoir été évalué sur n'importe quel aspect de la formation clinique (compétence, travaux effectués, etc.).

La « validité » de l'évaluation est également importante. Le journal de bord, s'il est utilisé, peut jouer un rôle essentiel pour l'évaluation en mettant en évidence les tâches qui ont permis à l'interne d'acquérir des compétences.

Le superviseur clinique peut déléguer les fonctions de formateur et/ou d'évaluateur à d'autres médecins suffisamment qualifiés (ou à d'autres professionnels dans le cas de l'imagerie et de la radiobiologie) si l'interne travaille dans un domaine qui est de leur ressort. Un interne peut par exemple travailler pour un médecin médical chargé du TEP-Scan et être évalué par celui-ci. Pour plus d'informations sur ce point, veuillez consulter la section 8 « Modèles d'encadrement ».

II.5. RECRUTEMENT DE L'INTERNE

Avant de recruter un interne, vous devez vous assurer que :

- votre service a obtenu l'agrément du comité national de pilotage pour la formation clinique des internes dans le cadre du programme,
- le candidat à l'internat a déposé un formulaire de « Demande d'admission » complété et que cette demande a été acceptée par le coordonnateur national du programme et par le coordonnateur externe s'il s'agit d'un programme pilote,
- vous avez lu le Guide de formation clinique et connaissez les modules et le niveau retenu pour les évaluations dans votre pays,
- le candidat à l'internat sait ce que l'on attend de lui et connaît la durée du programme de formation clinique.

Se référer également à l'appendice III.4 (Conditions d'admission des internes).

II.6. ACCUEIL D'UN NOUVEL INTERNE

En plus de l'accueil habituel au sein de l'hôpital et du service, un nouvel interne devrait être accueilli spécifiquement pour le programme de formation clinique appliqué dans son pays. Avant cela, il devra lire le Guide de formation clinique.

La première rencontre entre le superviseur clinique et le nouvel interne devrait porter sur les aspects suivants :

- explications du rôle du superviseur clinique,
- ce que l'on attend de l'interne dans le cadre du programme de formation clinique,
- responsabilités de l'interne au titre de ce programme,
- calendrier d'évaluation (qui prévoira des réunions régulières, au moins une fois par mois),
- annonce des dates prévues pour l'évaluation externe, y compris pour les examens annuels,
- ressources disponibles (comme des exemples de travaux demandés, l'accès à des manuels de base, etc.),
- octroi de bourses et autres sources de financement pour pouvoir assister à des cours et à des conférences,
- obligation d'assister aux séminaires et aux réunions cliniques et niveau de participation attendu,
- rôle du coordonnateur national du programme et des autres personnes concernées qui ne font pas partie du service,
- devoirs et responsabilités générales du salarié,
- questions posées par l'interne.

Lors de cette rencontre, vous devriez aborder avec l'interne la question du matériel didactique et lui fournir les éléments suivants :

- un projet de contrat d'études comprenant un calendrier de formation pour les six premiers mois,
- les ressources nécessaires pour respecter les obligations en matière documentaire.

Le formulaire 1, LISTE DE CONTRÔLE POUR LES NOUVEAUX INTERNES, contient une liste de contrôle qui permet de vérifier que toutes les questions essentielles sont abordées (appendice VI).

II.7. CONTRAT CONCLU ENTRE L'INTERNE ET SON SUPERVISEUR

II.7.1. Accord et plan de formation

Au cours des deux premiers mois d'internat, l'interne et son superviseur clinique sont invités à établir le texte définitif d'un contrat d'études comprenant les besoins et le calendrier de formation, les objectifs, les ressources et les stratégies. Il est souhaitable que figurent dans le contrat d'études un calendrier pour l'acquisition de compétences précises dans les six mois

suiuants ainsi qu'un aperçu du calendrier pour l'ensemble du programme de formation. L'interne doit être averti qu'il sera peut-être nécessaire de faire évoluer le calendrier.

Il est souhaitable d'aborder la question des exigences que l'interne devra respecter, notamment le spectre de compétences et les critères d'évaluation.

Le contrat d'études présente les avantages suivants :

- il permet d'identifier les besoins et les ressources de formation,
- il permet de mettre en place un cadre pour discuter de la faisabilité des objectifs, compte tenu du calendrier et de la charge de travail du service, du superviseur et de l'interne,
- il favorise la communication entre l'interne et son superviseur,
- il permet à l'interne de s'appropriier le programme et de s'engager, car il est clair qu'il doit être responsable de sa propre formation,
- il permet de définir et de mettre en œuvre une stratégie, ce qui est nécessaire compte tenu de la charge et de l'importance du travail à effectuer dans le cadre du programme de formation,
- il permet de déclencher une évaluation.

Parmi les inconvénients de ce type de contrat, on peut citer la nécessité de mettre à jour régulièrement le plan de travail, étant donné que la durée d'une part importante de la formation clinique peut s'avérer difficile à estimer.

Dès que possible, il conviendra d'établir un plan permettant de suivre correctement le programme de formation clinique dans les délais prévus. Ce plan devrait comprendre :

- les connaissances à acquérir à court, moyen et long terme,
- le calendrier des évaluations finales (nationales) afin de pouvoir hiérarchiser les compétences à acquérir,
- le calendrier des obligations relatives aux activités cliniques et à la recherche, y compris les cours et les conférences,
- le calendrier des stages, notamment dans les centres de radio-oncologie et de radiodiagnostic,
- les sujets sur lesquels peuvent porter au moins cinq rapports principaux du portfolio concernant les travaux les plus marquants de l'interne, rapports qui seront établis au fil du temps,
- le niveau d'autonomie exigé,
- un plan pour les périodes où l'interne dispose de temps, plan qui prévoira par exemple des travaux ou l'acquisition de connaissances théoriques,
- les situations ou problèmes éventuels qui peuvent influencer sur la formation, notamment des changements importants intervenus au sein du service,
- les possibilités de formation pratique. À titre d'exemple, assister à une panne de matériel et observer comment le problème est résolu.

Cela étant, le superviseur et l'interne doivent utiliser un document qui leur convient et ne leur prend pas trop de temps à tenir à jour (par rapport à leurs besoins). Une autre méthode peut être retenue dès lors qu'elle permet de disposer de toutes les informations nécessaires et qu'elle déclenche l'affectation des ressources et du personnel requis pour la formation clinique.

Le contrat d'études doit être accepté par le superviseur comme par l'interne, car il doit pouvoir être exécuté par les deux parties et consacre leur engagement à respecter les délais. Il doit tenir compte des contraintes du service et du superviseur.

De nombreux internes qui se sont habitués au contexte universitaire ont du mal à gérer leur temps lorsqu'ils commencent un programme de formation clinique. Le superviseur clinique est invité à aider l'interne à mieux gérer son temps.

Le formulaire LISTE DE CONTRÔLE ANNUELLE POUR LES INTERNES et le formulaire LISTE DE CONTRÔLE DES ÉTAPES À ACCOMPLIR PAR L'INTERNE permettent de susciter des échanges et de s'assurer que l'interne a rempli toutes ses obligations (voir l'appendice VI).

II.7.2. Respect des objectifs fixés

Lors des réunions de suivi d'avancement régulières et semestrielles, vous êtes invité à réexaminer le contrat d'études. S'il apparaît que l'interne ne progresse pas comme prévu, il convient de rechercher les raisons de ce retard. Il faut donc réexaminer les besoins, les objectifs, les ressources et les stratégies de formation et notamment :

- Analyser l'environnement dans lequel se déroule la formation clinique afin de s'assurer que cet environnement favorise l'apprentissage. Dans certains cas, les retards peuvent être dus à un manque d'initiative, à une réticence à accepter des responsabilités, à une incapacité à gérer des demandes concurrentes dans le cadre du travail ou au manque de maturité de l'interne, lequel se traduit par des pratiques qui ne respectent pas les règles de sûreté ;
- D'un commun accord, élaborer un plan d'action en vue de donner à l'interne des orientations et un soutien précis afin qu'il progresse plus rapidement. Ce plan doit être étayé et doit être détaillé sur les points suivants :
 - accord sur le(s) domaine(s) précis dans le(s)quel(s) un (des) problème(s) a (ont) été détecté(s)
 - des précisions sur la manière dont le(s) problème(s) va (vont) être traité(s)
 - un laps de temps, fixé d'un commun accord, pendant lequel les activités de l'interne seront davantage encadrées
 - une durée minimale par semaine, fixée d'un commun accord, pendant laquelle le superviseur et l'interne exerceront des activités ensemble.

Un compte rendu de cette réunion devra être établi.

Un superviseur ne peut être tenu responsable de ne pas avoir évalué une compétence avant une échéance si l'interne ne respecte pas les dates prévues ou remet au dernier moment une quantité importante de travaux pour une évaluation. L'interne et le superviseur clinique sont invités à ne pas planifier une part importante de l'évaluation des compétences sur les derniers mois du programme de formation afin d'éviter que des événements imprévus comme une

augmentation de la charge de travail du service, des départs, un manque d'effectif, etc., puissent empêcher d'acquérir et d'évaluer des compétences avant les derniers examens.

II.8. MODÈLES D'ENCADREMENT

Lorsqu'ils commencent le programme, il peut arriver que les internes soient passifs et aient pris l'habitude à l'université qu'on leur mâche le travail. Ils peuvent avoir besoin d'être guidés sur la conduite à tenir et le style de communication à adopter vis-à-vis des professionnels pluridisciplinaires (internes et externes) et des patients. Au fur et à mesure qu'ils avancent dans le programme, les internes doivent devenir plus actifs et autonomes et accepter davantage de responsabilités. Le superviseur clinique, avec l'aide du mentor, doit guider l'interne dans cette évolution professionnelle. La figure I.2 présente de manière schématique une démarche possible pour la formation clinique et l'évaluation des compétences.

Comme auparavant, un interne se forme par la pratique sous la direction d'un personnel expérimenté. Cependant, la différence avec la démarche sur mesure précédente est que la formation clinique de l'interne est structurée, correspond à un ensemble de connaissances et de compétences et est surveillée plus étroitement en interne et en externe.

Il existe principalement deux modèles d'encadrement. Toutefois, l'un des deux n'est pas toujours adapté à l'ensemble du programme ni à tous les internes. Ces deux modèles sont :

- 1) La démarche « un physicien médical qualifié spécialisé en médecine nucléaire par interne ». La plus grande part de la formation et de l'évaluation est effectuée par ce physicien médical. Cela peut s'avérer difficile lorsque le superviseur clinique exerce depuis très longtemps dans le service et/ou travaille un nombre d'heures limité. Cette démarche est fréquente dans les petits centres hospitaliers.
- 2) La démarche « un physicien médical qualifié spécialisé en médecine nucléaire par module ». Le superviseur agit comme un coordonnateur local et délègue la formation et l'évaluation de certaines compétences à d'autres physiciens médicaux expérimentés. Cette démarche est courante dans les grands centres hospitaliers. Le coordonnateur local répartit les compétences, suit l'avancement et les évaluations, rédige les rapports semestriels (en concertation avec les autres physiciens médicaux qui participent à la formation) et communique avec le coordonnateur national du programme. Dans certains cas, le coordonnateur local effectue l'ensemble des évaluations de compétences, ce qui accroît la validité, car il est indépendant du physicien médical qui a assuré la formation. Ce rôle est plus difficile à assumer lorsque le superviseur clinique est un physicien principal ou travaille un nombre d'heures limité. Il convient de noter que le superviseur clinique n'est pas tenu d'effectuer l'ensemble de la formation et de l'évaluation. Toutefois, il est chargé de s'assurer que la formation et l'évaluation sont satisfaisantes et conformes aux directives nationales.

II.9. ÉVALUATION

Se référer à l'évaluation figurant à l'appendice I.10.

NOTES :

- Le superviseur clinique doit adopter une démarche objective et impartiale lorsqu'il évalue un interne.
- Pour que l'interne puisse valider l'ensemble du programme, son niveau doit avoir été jugé satisfaisant sur tous les aspects susmentionnés.
- Avant de pouvoir se présenter à l'épreuve orale, l'interne doit avoir atteint le niveau de compétence requis pour TOUS les sous-modules.
- L'épreuve orale et, le cas échéant, l'épreuve pratique servent à déterminer si la démarche du candidat est celle d'un physicien de médecine nucléaire qualifié, c'est-à-dire s'il est capable de travailler sans encadrement de manière professionnelle, scientifique et sûre. Cependant, comme seule une petite partie des connaissances et des compétences techniques peuvent être évaluée lors de ces examens, pour la part la plus importante du rôle et des responsabilités du physicien médical, c'est l'évaluation des compétences en situation pratique qui joue un rôle essentiel pour garantir que le praticien agit avec compétence et de manière sûre.
- Si possible, le superviseur fournira, avant toute évaluation, les critères d'évaluation et/ou des exemples de questions d'examen.

II.10. EXEMPLES DE MÉTHODES D'ÉVALUATION DES COMPÉTENCES

- Observer, écouter et interroger l'interne pendant un acte clinique ordinaire ;
- Écouter l'interne enseigner ses connaissances à quelqu'un d'autre ;
- Scénarios fictifs :
 - communication avec un patient ou un collègue (peut-être également un problème qui concerne un patient, par exemple un patient qui ne parle pas la langue du pays)
 - établir un calendrier de mise en service pour un nouveau TEP-Scan
 - mettre en service une caméra SPECT
 - mettre en service un activimètre ;
- Assister à une formation interne sur la gestion des conflits ;
- Assister à un cours universitaire sur les présentations orales destiné à des étudiants de troisième cycle ;
- Demander à un patient ou à un autre professionnel son avis sur la façon dont l'interne a communiqué avec lui ;
- Effectuer une évaluation orale lors d'une réunion régulière entre le superviseur et l'interne (toutefois, la peur de parler en public peut affecter la validité de l'évaluation, surtout en début de programme) ;
- Rédiger un court rapport écrit contenant l'évaluation et une appréciation constructive ;
- Procéder à une évaluation pratique comprenant des questions orales pendant que l'interne effectue une opération courante (relative, par exemple, à l'assurance de la qualité ou encore à un étalonnage absolu) ;
- Faire passer à l'interne des examens objectifs et structurés portant sur des problèmes cliniques ou lui demander d'effectuer une série de tâches cliniques définies ;
- L'examen du journal de bord montre le degré d'implication dans certaines tâches ;
- Définir un projet de travaux cliniques ;
- Exposer à l'interne des cas de problèmes qui concernent un patient ou un équipement ;
- Lui demander d'énumérer les étapes essentielles à la réalisation d'une tâche ;
- Lui demander de passer un test de compétence externe dans un autre service ;

- Les rapports du portfolio offrent à l'interne la possibilité de faire valoir l'étendue et la profondeur de ses connaissances sur certains sujets ;
- Un programme d'enseignement basé sur des cas concrets ;
- Un programme de formation local ;
- L'autoréflexion. Le superviseur peut demander à l'interne « d'après vous, comment vous en êtes-vous sorti ? » et lui faire part de ses remarques. Le superviseur peut également fixer des critères pour une tâche afin que l'interne puisse s'auto-évaluer ;
- Effectuer un exposé devant les membres du service ;
- Écrire des exemples de lettres qui seront évaluées par le superviseur sur certains aspects importants ;
- Rédiger un rapport sur le rôle joué par d'autres professionnels ;
- Rédiger un rapport sur le parcours d'un patient, du diagnostic au traitement ;
- Compiler des schémas de décision ;
- Procéder à l'évaluation critique d'articles de revues lors des réunions d'examen des revues.

NOTE : L'évaluation des compétences montre si les objectifs ont ou non été atteints et n'incite pas toujours l'interne à donner toute sa mesure. En revanche, le portfolio lui offre la possibilité de faire la preuve de son excellence.

II.11. MOTIVATION DE L'INTERNE

Le succès du programme de formation clinique repose sur le fait que l'interne effectue un auto-apprentissage et fixe et respecte des échéances. Il repose donc sur la responsabilité individuelle de l'interne. Un interne qui prend peu d'initiatives et/ou n'accepte que lentement de prendre des responsabilités risque d'avoir des difficultés à mener à bien le programme. En revanche, on peut envisager un parcours plus rapide pour les internes doués et en avance ou expérimentés.

Il est souhaitable que les superviseurs gardent une trace de toutes les échéances non respectées et de tous les comportements inacceptables. Les problèmes importants doivent être abordés avec l'interne. Si nécessaire, faites participer un tiers à ces discussions, par exemple un mentor, le physicien principal ou le coordonnateur national du programme.

Si un superviseur a rempli ses obligations et qu'un interne continue à ne pas atteindre le niveau ou les objectifs requis, il peut y avoir plusieurs raisons à cela. On trouvera dans le tableau ci-après des stratégies permettant de résoudre certains de ces problèmes.

Tableau II.1 Stratégies de motivation d'un interne

	PROBLÈME	SUGGESTIONS DE STRATÉGIE
A	Un nouvel interne a du mal à savoir par où commencer, que faire et comment s'organiser et, par conséquent, peut être en difficulté s'il est jeté « dans le grand bain ».	- Commencer par des notions simples et en accroître la complexité au fur et à mesure que le niveau de compréhension de l'interne s'améliore (si possible). - Le superviseur peut organiser davantage de tête-à-tête afin d'expliquer le raisonnement suivi pour résoudre un problème.
B	Les activités de formation ne correspondent pas au style d'apprentissage de l'interne.	- Adapter si possible les activités de formation au style d'apprentissage et à la maturité de l'interne (par exemple si l'apprenant a une bonne mémoire visuelle). - Expliquer ce que l'on attend d'un auto-apprentissage à des internes habitués à une formation universitaire. - Fixer des échéances plus courtes et plus régulières.

	PROBLÈME	SUGGESTIONS DE STRATÉGIE
C	Les connaissances ou l'expérience antérieures attendues manquent.	- Commencer par des activités plus simples (si possible).
D	Problèmes personnels (problèmes relationnels, problèmes de santé physique ou mentale, difficultés financières, éloignement familial, etc.).	- Même si, dans certains cas, un mentor peut apporter une aide, le mieux est souvent d'adresser l'interne au psychologue de l'hôpital ou de l'université ou au physicien principal. - Revoir et modifier le contrat d'études afin de laisser à l'interne le temps de s'adapter à son nouvel environnement.
E	Le superviseur et l'interne ont du mal à faire connaître leurs attentes respectives.	- Mettre par écrit le point de vue de l'autre et essayer de le comprendre. - Demander à l'interne de répéter les consignes reçues afin de vérifier s'il les a bien interprétées. - Faire travailler l'interne sous la responsabilité d'un autre physicien médical (interne ou externe) pendant un certain temps.
F	L'interne éprouve des difficultés à communiquer efficacement avec d'autres personnes au sein du service de médecine nucléaire.	- Mettre en œuvre des scénarios fictifs afin que l'interne adopte le bon mode de communication (vis-à-vis du personnel et des patients). - Encourager l'interne à participer à des activités sociales afin de réduire son isolement.
G	L'interne prend peu d'initiatives.	- Équilibrer avec soin les remarques positives et les remarques critiques. - Revoir et modifier le contrat d'études afin d'y inclure des échéances plus courtes et plus régulières. - Détecter les activités qui correspondent au système de valeurs de l'interne afin de susciter son enthousiasme. - Augmenter le temps passé en activités cliniques afin de l'éloigner de son bureau. - Engager une discussion ouverte et honnête avec l'interne sur ce que l'on attend de lui. - Confier une responsabilité dans un domaine à l'interne s'il se sent indifférent du fait qu'il ne dispose pas d'attribution en propre (s'il y a lieu). - Mettre en place un soutien assuré par un autre interne. - Procéder si possible à une évaluation formative. L'inquiétude peut être due à l'absence d'évaluation ou de commentaires réguliers concernant le travail effectué.
H	L'interne ne souhaite pas travailler en dehors des heures normales de travail.	- Discuter des conditions de travail et des problèmes en jeu (personnels, par exemple) si l'interne ne progresse pas comme prévu.
I	L'interne éprouve des difficultés à gérer des priorités concurrentes.	- Programmer des réunions régulières avec l'interne afin d'étudier son travail ou ses priorités. - Demander à l'interne d'assister à un cours sur la gestion du temps.
J	L'interne a du mal à raisonner scientifiquement et une profession technique lui conviendrait mieux.	- Expliquer à l'interne ce que l'on attend de lui. - Commencer par des scénarios simples et accroître leur complexité au fur et à mesure que le niveau de compréhension s'améliore (si possible). - Le superviseur peut organiser davantage de tête-à-tête afin d'expliquer le raisonnement suivi pour résoudre un problème. - Si le problème n'est pas résolu, en parler au mentor afin qu'il examine les possibilités de réorientation professionnelle. - Mettre fin à l'internat.

	PROBLÈME	SUGGESTIONS DE STRATÉGIE
K	L'interne a du mal à saisir les possibilités d'apprentissage opportuniste.	<ul style="list-style-type: none"> - Au début, le superviseur peut saisir les possibilités d'apprentissage opportuniste chaque fois que ces occasions sont exceptionnelles et imprévues. Cette démarche doit être limitée dans le temps. - Permettre à l'interne de travailler avec une autre personne (technicien, physicien médical) pendant un certain temps. - Augmenter le temps passé en activités cliniques. - S'il y a lieu, le rendre responsable d'un appareil pendant un certain temps.

II.11.1. Si un interne n'atteint pas le niveau requis

Il faut envisager de mettre fin à la formation si l'interne n'atteint pas le niveau requis pour le programme après une période pendant laquelle on lui aura fait part des corrections à apporter en l'encourageant et on lui aura laissé le temps de s'améliorer. Si cela se produit, n'ayez pas le sentiment que vous avez éliminé l'interne. Rose et Best (2005) remarquent que « vous n'avez pas éliminé l'interne ... L'interne n'a pas réussi l'évaluation. Dans un système d'évaluation bien conçu dont les attentes et les critères ont été clairement exprimés et dans lequel l'étudiant a eu des remarques pertinentes sur son travail et la possibilité de s'améliorer, celui-ci a eu toutes les chances d'atteindre le niveau souhaité ».

C'est le service qui décide de continuer ou non à faire travailler l'interne. Lorsque ses progrès seront insatisfaisants, le coordonnateur national du programme contactera le service qui l'a engagé.

II.12. STAGES

L'interne peut avoir besoin de se former dans d'autres hôpitaux universitaires pour une certaine période afin d'acquérir de l'expérience sur des techniques ou sur des équipements qui ne sont pas utilisés dans l'hôpital dans lequel il travaille.

Parmi les points à prendre à compte lorsque l'on envoie un interne en stage dans un autre service, on peut citer :

- les contraintes de temps imposées par la durée du programme de formation clinique et les distances que l'interne devra parcourir,
- avant d'effectuer un stage, l'interne doit avoir acquis les connaissances nécessaires,
- l'interne stagiaire doit aborder des compétences qui concernent le sujet du stage, mais il doit également être suffisamment souple pour adapter son travail à l'emploi du temps chargé du service hôte,
- un interne peut être affecté à un autre service pour des durées diverses qui vont d'une journée à plusieurs mois consécutifs,
- durant un stage, un physicien médical expérimenté du service hôte peut évaluer une compétence de l'interne,
- l'organisation du stage et la délégation de l'évaluation de compétence pendant cette période restent du ressort du superviseur clinique.

Les attentes des deux services et les compétences à développer doivent être définies avant le début du stage.

II.13. BIBLIOGRAPHIE

- MCALLISTER, L. (Ed.) Facilitating learning in clinical settings, Stanley Thorne, Cheltenham, UK (1997).
- ROSE, M., BEST, D. (Eds), Transforming practice through clinical education, professional supervision and mentoring, Elsevier (2005).

II.14. RESSOURCES UTILES POUR LES SUPERVISEURS CLINIQUES

EFOMP

- <http://www.efomp.org/images/docs/policy/CurriculumForMP.pdf>

Mentors

- <http://www.edu.uwo.ca/conted/mentor/index.asp>
- « ACPSEM Guide for Mentors ». (2004) Mellish and Associates.
- <http://www.uscg.mil/leadership/mentoring/mentguid.ppt#1>
- http://www.usfirst.org/uploadedFiles/Community/FRC/Team_Resources/Mentoring%20Guide.pdf
- <http://www.mentorlinklounge.com/>

Encadrement clinique

- Les médecins, les radiothérapeutes et les physiciens ont comme point commun « d'enseigner dans l'urgence » lorsqu'ils assurent une formation clinique (voir le tableau II.2).
http://www.siumed.edu/resaffaires/pdfs/AR-M355N_20070307_153321.pdf

Tableau II.2 Références pédagogiques (ressources disponibles uniquement en anglais)

Conseils en cas d'enseignement en urgence : quand les médecins deviennent enseignants	MJA 2004 ; 181 (4) : 230-232
Conseils en cas d'enseignement en urgence 2 : conseils pédagogiques pour enseigner en environnement clinique	MJA 2004 ; 180 (10) : 527-528
Conseils en cas d'enseignement en urgence 3 : planifier une séquence de formation	MJA 2004 ; 180 (12) : 643-644
Conseils en cas d'enseignement en urgence 4 : enseigner en présence de patients	MJA 2004 ; 181 (3) : 158-159
Conseils en cas d'enseignement en urgence 5 : enseigner une technique	MJA 2004 ; 181 (6) : 327-328
Conseils en cas d'enseignement en urgence 6 : vérifier une compétence	MJA 2004 ; 181 (9) : 502-503
Conseils en cas d'enseignement en urgence 7 : utiliser efficacement les questions	MJA 2005 ; 182 (3) : 126-127
Conseils en cas d'enseignement en urgence 8 : les évaluations	MJA 2005 ; 182 (11) : 580-581
Conseils en cas d'enseignement en urgence 9 : les évaluations en cours de formation	MJA 2005 ; 183 (1) : 33-34
Conseils en cas d'enseignement en urgence 10 : faire part de ses commentaires à l'interne	MJA 2005 ; 183 (5) : 267-268
Conseils en cas d'enseignement en urgence 11 : le médecin débutant est en difficulté	MJA 2005 ; 183 (9) : 475-476
Conseils en cas d'enseignement en urgence 12 : planifier une formation au cours d'un stage	MJA 2006 ; 184 (5) : 238-239
Conseils en cas d'enseignement en urgence 13 : être un bon superviseur — prévenir les problèmes	MJA 2006 ; 184 (8) : 414-415
Conseils en cas d'enseignement en urgence 14 : enseigner dans un cadre ambulatoire	MJA 2006 ; 185 (3) : 166-167

APPENDICE III.

GUIDE DE MISE EN ŒUVRE

III.1. PRESCRIPTIONS ESSENTIELLES POUR LA MISE EN PLACE DU PROGRAMME DE FORMATION CLINIQUE.	35
III.1.1 Gestion du programme	35
III.1.1.1 À l'échelle nationale.....	35
III.1.1.2 En externe.....	37
III.1.2 Obligations fondamentales des services dans lesquels des internes sont placés	37
III.1.2.1 Superviseur clinique.....	37
III.1.2.2 Moyens	38
III.1.2.3 Services cliniques proposés.....	38
III.2. CONDITIONS D'ADMISSION DES INTERNES.....	38
III.3. CONDITIONS REQUISES POUR L'ENCADREMENT DES INTERNES	38
III.4. ÉLÉMENTS DU PROGRAMME DE FORMATION.....	39
III.4.1 Le Guide	39
III.4.2 Éléments d'évaluation	39
III.4.3 Appendices complémentaires utiles pour l'interne	39
III.4.4 Manuel destiné aux superviseurs cliniques	39
III.4.5 Guide de mise en œuvre	39

III.1. PRESCRIPTIONS ESSENTIELLES POUR LA MISE EN PLACE DU PROGRAMME DE FORMATION CLINIQUE

III.1.1. Gestion du programme

Le principe de la formation clinique peut être relativement simple dans le cas d'un interne unique. Cependant, lorsqu'un programme concerne de nombreux internes répartis dans plusieurs établissements médicaux, il devient plus complexe et, chose importante, il nécessite d'adopter des normes d'évaluation qui doivent être définies et tenues à jour⁹. Il faut donc prévoir une structure de pilotage.

Cette dernière sera normalement plus efficace si elle est organisée à l'échelle nationale¹⁰ et fait partie d'un organisme ou d'une institution reconnus (par ex. une organisation professionnelle). Les pays ayant créé des structures de formation clinique sont, à ce jour, relativement peu nombreux. Il est conseillé de recourir à une aide externe lorsque ces structures de pilotage sont réduites et disposent de peu de moyens.

III.1.1.1. À l'échelle nationale

Le programme devrait être reconnu par une autorité nationale comme l'organisation professionnelle de physique médicale, le Ministère de la santé, le Ministère de l'éducation ou

⁹ Voir les critères d'évaluation de l'appendice V, page 175.

¹⁰ Des programmes régionaux de formation clinique sont également envisageables dans certaines circonstances.

l'Agence nationale de l'énergie atomique. Cette autorité nationale est appelée **autorité nationale responsable** dans le présent appendice.

L'autorité nationale responsable assure une **reconnaissance officielle** au titre de « physicien en médecine nucléaire » (ou son équivalent) et établit les critères à respecter pour en bénéficier.

Le programme devrait être géré par un **comité de pilotage national** comprenant des représentants de l'organisation professionnelle de physique médicale concernée et d'autres groupes d'intérêts et parties prenantes (comme le Ministère de la santé, des universités, l'autorité de radioprotection, les syndicats professionnels, etc.). Il est fortement recommandé que, dans leur majorité, les membres du comité soient des représentants de cette organisation professionnelle.

Lorsqu'il gère le programme, le comité de pilotage national doit :

- désigner un **coordonnateur national du programme**, chargé de surveiller la mise en œuvre du projet (la nomination de plusieurs coordonnateurs de programme peut se justifier dans des grands pays dans lesquels une coordination régionale s'impose). Dans l'idéal, le coordonnateur national du programme doit être une personne qui pratique la physique de la médecine nucléaire ;
- créer un **groupe de soutien** constitué de personnes qui acceptent de contribuer à la formation de l'interne. Des médecins nucléaires, des physiciens en médecine nucléaire et des enseignants peuvent faire partie de ce groupe. Dans l'idéal, au moins un physicien en médecine nucléaire étranger en est membre ;
- s'assurer que les lignes directrices de participation au programme de formation clinique sont scrupuleusement respectées par les services comme par les internes ;
- s'assurer qu'un niveau d'évaluation est fixé et maintenu ;
- conserver des données sur la progression des internes ;
- établir des certificats qui indiquent de manière précise les résultats individuels obtenus par les internes ;
- interroger annuellement les services et les internes sur l'état d'avancement du programme de formation ;
- rendre compte de l'état d'avancement du programme au coordonnateur externe ;
- mettre en place une procédure pour examiner les réclamations et les appels ;
- assurer la pérennisation financière du programme. Dans l'idéal, les employeurs des internes et/ou les autorités gouvernementales qui bénéficieront indirectement de cette formation clinique destinée aux physiciens médicaux devraient contribuer au financement du programme.

Pour maintenir le niveau des évaluations, le comité de pilotage national doit :

- examiner les « **compétences prévues** » par le Guide (appendice IV) pour déterminer si elles sont toutes conformes à la pratique qu'exige la médecine nucléaire dans le pays. Cette évaluation pourra préciser le « **niveau de compétence atteint** » requis ;

- examiner et autoriser les « **sujets de formation recommandés** » pour les sous-modules et permettre ainsi, sur avis, l'insertion de nouveaux éléments et la suppression ou la modification de certains autres.

L'autorité nationale responsable, une fois convaincue que le comité de pilotage national a rempli les obligations susmentionnées, devrait assurer une reconnaissance officielle au titre délivré.

III.1.1.2. En externe

L'aide externe s'est traduite par un pilotage dans quelques pays pendant une période d'essai de plusieurs années. Pour ces programmes pilotes, une structure de pilotage externe a été créée afin de coordonner le soutien externe et de surveiller le déroulement du programme. Cette structure comprend un coordonnateur et des examinateurs externes.

Le coordonnateur externe peut contribuer au programme en :

- examinant les diplômes présentés par les candidats au programme de formation,
- comparant le nombre d'internes aux moyens d'un service, y compris à ses capacités d'encadrement du ou des internes,
- faisant le point sur la progression des internes,
- coordonnant le recours aux examinateurs externes,
- examinant et traitant les problèmes soulevés par les examinateurs externes,
- examinant les difficultés rencontrées et en suggérant les actions correctives à engager,
- conseillant le coordonnateur national du programme et le comité de pilotage national,
- coordonnant l'évaluation du programme et en établissant des statistiques annuelles sur le programme,
- favorisant la pérennité du programme national de formation clinique.

Le coordonnateur externe travaillera en étroite collaboration avec le coordonnateur national du programme et le comité de pilotage national afin de s'assurer que le programme se déroule correctement.

Missions possibles des examinateurs externes :

- Suivi des progrès accomplis par les internes individuellement,
- Contrôle du plan de travail d'un interne,
- Concertation avec les superviseurs cliniques,
- Examen des éléments d'évaluation d'un interne,
- Présentations devant des médecins et des internes.

III.1.2. Obligations fondamentales des services dans lesquels des internes sont placés

III.1.2.1. Superviseur clinique

Un service doit attribuer à tout interne un superviseur compétent sur le plan clinique en physique de la médecine nucléaire. En principe, le nombre d'internes présents dans un service

ne doit pas dépasser le nombre de médecins compétents sur le plan clinique du service. On trouvera plus de détails sur les obligations en matière d'encadrement dans la section III.3 ci-après.

III.1.2.2. Moyens

Il est important que l'interna soit formé à l'ensemble des tâches du médecin médical. Par conséquent, un service qui participe au programme de formation doit disposer :

- d'une gamma-caméra/caméra SPECT ou d'une gamma-caméra hybride,
- d'un activimètre, de sondes dosimétriques et de dosimètres,
- de fantômes et de sources étalons,
- de radiamètres et de sondes de contamination.

Le service doit également disposer sur place ou être prêt à placer les internes dans des services qui disposent :

- de services de médecine nucléaire.

Il serait également intéressant que les internes puissent avoir accès à :

- une caméra TEP ou à un TEP-Scan,
- un appareil DEXA.

III.1.2.3. Services cliniques proposés

L'interna doit travailler dans un service qui propose une gamme significative de services de médecine nucléaire et emploie des praticiens formés à la médecine nucléaire.

III.2. CONDITIONS D'ADMISSION DES INTERNES

Les internes qui participent au programme doivent :

- être titulaire d'un diplôme universitaire en physique, en ingénierie ou dans une science physique équivalente,
- être titulaire d'un diplôme de deuxième cycle universitaire en physique médicale (ou équivalent) ou être inscrit dans un cursus de deuxième cycle adéquat,
- être employé comme médecin médical et travailler dans un service de médecine nucléaire.

Note : Des conditions d'admission différentes peuvent être décidées en concertation avec le coordonnateur externe pendant la phase pilote.

III.3. CONDITIONS REQUISES POUR L'ENCADREMENT DES INTERNES

Un service qui souhaite participer au programme pilote de formation clinique du RCA doit désigner un superviseur clinique suffisamment qualifié et expérimenté. Ce superviseur doit travailler dans le même service que l'interna. La participation de l'interna au programme de formation et l'engagement du service doivent être approuvés par le spécialiste médical responsable (lequel doit également garantir que l'interna aura accès au matériel nécessaire).

Le superviseur doit :

- s'engager en faveur du programme,
- être disponible pour des échanges de vues avec l'interne lorsque cela est nécessaire,
- aider l'interne à accéder au matériel et sur tous les aspects du programme de formation,
- maintenir des relations avec le coordonnateur national du programme afin de bénéficier de moyens nationaux si nécessaire.

Même s'il est souhaitable que la personne qui assure l'encadrement ait une expérience de l'enseignement, les services ne disposent pas toujours d'une telle personne sur place. Le rôle du superviseur est de faciliter l'évolution de l'interne plutôt que de donner des conseils individuels sur tous les aspects du contenu de la formation. Il lui est également recommandé d'assister à un programme de formation de formateurs en encadrement clinique. Pour plus de détails sur le rôle et les obligations du superviseur clinique, se référer à l'appendice II, *Manuel destiné aux superviseurs cliniques*.

III.4. ÉLÉMENTS DU PROGRAMME DE FORMATION

III.4.1. Le Guide

Le Guide de formation clinique destiné aux physiciens spécialisés en médecine nucléaire comprend 11 modules dont chacun contient plusieurs sous-modules. Les modules :

- correspondent à une partie cohérente des connaissances cliniques théoriques ou pratiques et leur contenu est détaillé,
- peuvent être effectués dans n'importe quel ordre et il est possible d'en entreprendre plusieurs en même temps,
- contiennent des sujets de formation recommandés.

III.4.2. Éléments d'évaluation

Se référer à l'appendice I.10.

III.4.3. Appendices complémentaires utiles pour l'interne

- Manuel destiné aux internes
- Un exemple de journal de bord peut être obtenu auprès du coordonnateur externe.
- Le journal de bord est recommandé mais pas obligatoire et il ne fait pas partie du processus d'évaluation. S'il est utilisé, le journal de bord est tenu à jour par l'interne et contient une trace des expériences de formation, accompagnées de commentaires portant sur les difficultés rencontrées et sur les résultats de l'apprentissage. La forme de ce document est laissée à l'entière discrétion de l'interne. Il peut s'agir d'un fichier informatique ou d'un document papier.

III.4.4. Manuel destiné aux superviseurs cliniques

Il est conçu pour aider les superviseurs cliniques à comprendre et à remplir le rôle et les obligations de ce poste.

III. 4.5. Guide de mise en œuvre

Le présent appendice.

APPENDICE IV.
GUIDE DE FORMATION CLINIQUE

INTRODUCTION.....	45
MODULE 1 - CONNAISSANCE DE LA RÉALITÉ CLINIQUE	47
Sous-module 1.1 : Principes essentiels de l'anatomie et de la physiologie utiles au physicien en médecine nucléaire.....	47
Sous-module 1.2 : Principes fondamentaux de la radiobiologie et de l'épidémiologie .	48
Sous-module 1.3 : Activités et facteurs cliniques qui influent sur les soins donnés aux patients.....	49
MODULE 2 - RADIOPROTECTION.....	52
Sous-module 2.1 : Contrôle de l'intensité de rayonnement, y compris le contrôle radiologique du personnel	53
Sous-module 2.2 : Expositions dues à des sources non scellées et risque de contamination.....	54
Sous-module 2.3 : Principe ALARA et précautions relatives à la sûreté radiologique applicables en médecine nucléaire	56
Sous-module 2.4 : Évaluation des risques et conseils donnés au personnel, aux patients et à d'autres personnes concernant les risques radiologiques	58
Sous-module 2.5 : Zones affectées à l'utilisation de substances radioactives non scellées	59
Sous-module 2.6 : Prise en compte des considérations relatives à la protection contre les rayonnements lors de la conception de nouvelles installations.....	61
Sous-module 2.7 : Contrôles réglementaires et autres directives permettant une utilisation sûre des rayonnements ionisants en médecine nucléaire...	63
MODULE 3 - RECHERCHE-DÉVELOPPEMENT ET ENSEIGNEMENT	66
Sous-module 3.1 : Recherche-développement.....	66
Sous-module 3.2 : Enseignement.....	68
MODULE 4 – DÉVELOPPEMENT PROFESSIONNEL ET GESTION.....	70
Sous-module 4.1 : Connaissance de la réalité professionnelle	70
Sous-module 4.2 : Communication	72
Sous-module 4.3 : Gestion de la qualité	74
Sous-module 4.4: Vérification clinique.....	75
MODULE 5 – ACHAT, RECETTE ET MISE EN SERVICE DES APPAREILS	77
Sous-module 5.1 : Acquisition et cycle de vie des appareils de médecine nucléaire	77
Sous-module 5.2 : Recette des activimètres	80
Sous-module 5.3 : Recette des détecteurs à scintillation et des compteurs puits	81
Sous-module 5.4 : Recette et mise en service des gamma-caméras, des caméras SPECT et des scanners.....	82
Sous-module 5.5 : Recette et mise en service des TEP-Scan	84

MODULE 10 – APPLICATIONS CLINIQUES	149
Sous-module 10.1 : Protocoles relatifs aux procédures cliniques de routine	149
Sous-module 10.2 : Artefacts courants sur les images cliniques.....	151
Sous-module 10.3 : Analyse des examens cliniques courants et sources d’erreurs	154
Sous-module 10.4 : Principes et base physiologique des examens cliniques courants.	156
Sous-module 10.5 : Développement de protocoles cliniques afin d’évaluer la dosimétrie des patients.....	158
Sous-module 10.6 : Optimisation	161
Sous-module 10.7 : Bases physiologiques de l’imagerie TEP	162
 MODULE 11 – PRÉPARATION ET CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DES RADIOPHARMACEUTIQUES	 164
Sous-module 11.1 : Production et préparation des radiopharmaceutiques.....	164
Sous-module 11.2 : Contrôle de la qualité des radiopharmaceutiques	166

INTRODUCTION

Le présent Guide de formation clinique des médecins se spécialisant en médecine nucléaire de l'AIEA est divisé en 11 modules. Chacun des modules correspond à une partie cohérente des connaissances cliniques théoriques ou pratiques.

Les 11 modules :

Module 1 : Connaissance de la réalité clinique

Module 2 : Radioprotection

Module 3 : Recherche-développement et enseignement

Module 4 : Développement professionnel et gestion

Module 5 : Achat, recette et mise en service des appareils

Module 6 : Mesures de radioactivité et dosimétrie interne

Module 7 : Contrôle de la qualité des appareils de médecine nucléaire

Module 8 : Radiothérapie métabolique

Module 9 : Informatique et réseaux cliniques

Module 10 : Applications cliniques

Module 11 : Préparation et contrôle de la qualité des radiopharmaceutiques

Les modules 2 et 5 à 11 (en gras) sont considérés comme essentiels.

Les modules sont découpés en sous-modules qui portent sur des compétences spécifiques. Les sous-modules qui doivent être assimilés et le niveau de compétence requis pour **chaque sous-module** ont été fixés par l'autorité nationale responsable ou par son représentant. Pour connaître le niveau requis, consulter l'appendice V, *Évaluation des compétences*.

Les modules et les sous-modules sont présentés sous forme de tableaux. Le tableau de chaque module contient :

- un objectif,
- une estimation du temps nécessaire pour maîtriser le module (il convient de noter que cette durée n'est donnée qu'à titre indicatif : un interne peut mettre plus ou moins de temps à atteindre le niveau de compétence requis pour un module donné),
- une liste d'ouvrages essentiels et une liste d'ouvrages complémentaires.

Le tableau de chaque sous-module contient :

- l'objectif du sous-module,
- une indication sur les (éventuelles) connaissances préalables à l'apprentissage d'un module,
- la ou les compétences abordées par le sous-module,
- des connaissances clés,
- des sujets de formation recommandés,
- des sources de connaissances.

Au total, les sous-modules portent sur 129 compétences, dont 66 fondées sur des connaissances théoriques et 63 fondées sur des connaissances pratiques. Les modules et les sous-modules peuvent être effectués dans n'importe quel ordre et il est possible d'en entreprendre plusieurs en même temps.

Les compétences doivent être évaluées en utilisant les tableaux d'évaluation des sous-modules qui figurent dans l'appendice susmentionné.

Le Guide entend couvrir toutes les modalités, indépendamment du niveau des équipements existant dans les pays. Il a pour objectif i) de permettre aux pays assurant une formation clinique d'appliquer une norme nationale fixée d'après le type d'équipement en service et ii) de réduire l'obsolescence induite par les évolutions techniques. Le comité de pilotage national déterminera, s'il y a lieu, le « niveau de compétences requis » pour chaque compétence, ainsi que le type d'appareil(s) pour chacune d'entre elles. Il pourra en outre autoriser les changements qui auront été suggérés concernant les « sujets de formation recommandés ».

MODULE 1 – CONNAISSANCE DE LA RÉALITÉ CLINIQUE	
Objectif	Donner à l’interne des connaissances et une expérience clinique en médecine nucléaire
Durée prévue	5 % de la durée totale du programme
Sous-modules	1.1 Principes essentiels de l’anatomie et de la physiologie utiles au physicien en médecine nucléaire 1.2 Principes fondamentaux de la radiobiologie et de l’épidémiologie 1.3 Activités et facteurs cliniques qui influent sur les soins donnés aux patients
Ouvrages essentiels	[1] BUSHBERG, J.T., SEIBERT, J.A., LEIDHOLDT, E.M.J., BOONE, J.M., The Essential Physics of Medical Imaging, 2 nd edn, Williams and Wilkins (2002). [2] POWNSER, R.A., POWNSER, E.R., Essentials of Nuclear Medicine Physics, 2 nd edn, Blackwell Science, Malden, USA (1998).
Module 1 – Connaissance de la réalité clinique	
Sous-module 1.1 – Principes essentiels de l’anatomie et de la physiologie utiles au physicien en médecine nucléaire	
Objectif	Acquérir un niveau suffisant de connaissances en anatomie et en physiologie pour pouvoir communiquer efficacement avec le personnel médical
Conditions préalables	Néant
Compétences visées	Acquérir : a) des connaissances sur l’anatomie et la physiologie telles qu’elles apparaissent sur les images de médecine nucléaire et lors des examens dynamiques, b) des connaissances de base sur l’anatomie et la physiologie telles qu’elles apparaissent sur d’autres types d’images médicales. Capacité à discuter avec des spécialistes de médecine nucléaire des caractéristiques notables des images diagnostiques.
Connaissances clés	1) Connaître les différences existant entre les processus de formation d’image nécessaires à la production des diverses images médicales ; 2) Anatomie et physiologie typiques qui apparaissent sur des images de médecine nucléaire statiques, SPECT, du corps entier, dynamiques et TEP (si possible) ;

	3) Anatomie typique qui apparaît sur les images radiologiques et sur les images dynamiques obtenues par d'autres modalités, par exemple l'échocardiographie ou le débit sanguin en IRM.
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Discuter de l'anatomie et des caractéristiques physiologiques qui apparaissent sur des images de médecine nucléaire statiques, SPECT, du corps entier et dynamiques avec un spécialiste de médecine nucléaire ; • Discuter des divers aspects de l'anatomie et de la physiologie qui sont visibles sur des images médicales avec le personnel médical, notamment mais pas seulement, avec des radiologues, des oncologues et d'autres médecins ; • Reconnaître l'anatomie des patients sur d'autres images médicales ; • Afficher correctement des images de médecine nucléaire et des examens dynamiques ; • Reconnaître les fonctions physiologiques qui apparaissent sur les images obtenues par d'autres modalités d'imagerie dynamique, par ex. l'échocardiographie ou le débit sanguin en IRM.
Sources de connaissances	<p>[1] BUSHBERG, J.T., SEIBERT, J.A., LEIDHOLDT, E.M.J., BOONE, J.M., The Essential Physics of Medical Imaging, 2nd edn, Williams and Wilkins (2002).</p> <p>[2] DORLANDS, Dorlands Illustrated Medical Dictionary.</p> <p>[3] ELAIN, M., HOEHN, K., Human Anatomy and Physiology, 7th edn (2006).</p> <p>[4] POWNSER, R.A., POWNSER, E.R., Essentials of Nuclear Medicine Physics, 2nd edn, Blackwell Science, Malden, USA (1998).</p> <p>[5] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Basic Anatomical and Physiological Data for Use in Radiological Protection: Reference Values, ICRP Publication 89, Vol 32 No 3-4, Pergamon Press, Oxford and New York (2002).</p>
Module 1 - Connaissance de la réalité clinique	
Sous-module 1.2 - Principes fondamentaux de la radiobiologie et de l'épidémiologie	
Objectif	Comprendre les principes de base de la radiobiologie qui sous-tendent l'imagerie en médecine nucléaire
Conditions préalables	Néant
Compétence visée	Comprendre les principes fondamentaux de la radiobiologie et de l'épidémiologie.

Connaissances clés	<p>Radiobiologie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bases de la biologie cellulaire ; • Structure de trace, TLE et dose absorbée ; • EBR et facteurs de qualité ; • Dose équivalente et facteurs de pondération radiologique ; • Dose efficace et facteurs de pondération tissulaire ; • Effets cellulaires, réparation de l'ADN, survie et mortalité cellulaires ; • Effet oxygène ; • Effets stochastiques et déterministes ; • Effets aigus et effets tardifs ; • Modèles de risques et risques radiologiques quantitatifs ; • Doses et risques en médecine nucléaire ; • Relation linéaire sans seuil et incertitudes à faibles doses ; • Effets non ciblés (effet de voisinage et instabilité génomique). <p>Épidémiologie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Études épidémiologiques : cas/témoins et études de cohorte ; • Rapport des cotes et risque relatif.
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Comprendre les facteurs qui influent sur l'effet biologique relatif des différents types de rayonnements ; • Comprendre les mécanismes d'apparition de dommages radio-induits sur les cellules ; • Montrer une connaissance des termes employés en épidémiologie ; • Monter une connaissance de différents modèles dose-risque ; • Montrer une connaissance des termes utilisés dans le domaine de l'évaluation des risques.
Sources de connaissances	<p>[1] HENNEKENS, C.H., BURING, J.E., MAYRENT, S.L., Epidemiology in Medicine, 1st edn, Lippincott Williams & Wilkins (1987).</p> <p>[2] SAHA, G.B., Physics and Radiobiology of Nuclear Medicine, 3rd edn, Springer Verlag (2006).</p> <p>[3] HALL, E., GIACCIA, A.J., Radiobiology for the Radiologist, 6th edn, Lippincott Wilkins & Williams, Philadelphia, USA (2006).</p>
Module 1 - Connaissance de la réalité clinique	
Sous-module 1.3 - Activités et facteurs cliniques qui influent sur les soins donnés aux patients	
Objectif	<p>Donner à l'interne une vaste expérience liée au patient ainsi qu'une compréhension du rôle des professionnels pluridisciplinaires qui réalisent des images ou en demandent</p>
Conditions préalables	<p>Néant</p>

Compétences visées	<p>Comprendre les facteurs qui influent sur les soins donnés aux patients.</p> <p>Capacité à discuter des activités cliniques et de leur lien avec les soins donnés aux patients dans les domaines suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Médecine nucléaire, • Radiologie, • Radio-oncologie, • Autres domaines.
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessité de prendre soin du patient, d'entretenir de bonnes relations avec lui et de respecter sa vie privée et le secret médical lors des expériences qui le concernent ; • Comportement professionnel et éthique adéquat ; • Procédures appropriées de contrôle de l'hygiène et des infections ; • Incidence de l'imagerie diagnostique et de la radiothérapie sur la qualité de vie du patient ; • Contacts entre le patient et le personnel ; • Contacts entre le patient et le physicien en médecine nucléaire ; • Contacts, rôle et responsabilités des professionnels pluridisciplinaires qui prennent en charge le patient.
Sujets de formation recommandés	<p>Médecine nucléaire</p> <p>Effectuer les expériences cliniques liées au patient suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procédures d'imagerie en médecine nucléaire ; • Préparation et administration de radiopharmaceutiques ; • Radiothérapie métabolique. <p>Au cours de ces expériences, l'interne doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> • comprendre le flux de travail lié au patient pour une procédure de médecine nucléaire, • assister à la préparation de radiopharmaceutiques, • participer pendant plusieurs semaines aux réunions de travail en médecine nucléaire qui portent sur les modalités concernées, • participer à au moins deux réunions cliniques, chacune couvrant un certain nombre de systèmes d'organes (études de cas), • assister à des procédures courantes de diagnostic en médecine nucléaire, • comprendre la finalité des procédures courantes, • noter les raisons et les conditions d'admission des patients, • assister à l'administration de radionucléides dans le cadre d'une thérapie, • préparer une étude de cas sur une procédure complexe, par exemple un examen cardiaque, • étudier la réglementation locale et nationale qui concerne la confidentialité et la gestion des informations relatives au patient. <p>Radio-oncologie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Participer à toutes les phases d'une radiothérapie, de la simulation au traitement du patient ;

	<ul style="list-style-type: none"> • Examiner le rôle de l'imagerie dans ce processus (diagnostic, simulation et traitement), que les modalités d'imagerie relèvent de la radio-oncologie ou non ; • Étudier les différences clés qui existent entre l'application de certaines modalités d'imagerie en radiothérapie et en médecine nucléaire. <p>Radiologie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observer certaines procédures d'imagerie courantes en radiodiagnostic, y compris des procédures interventionnelles ; • Étudier le rôle des scanners dans l'imagerie en médecine nucléaire ; • Étudier les différences qui existent entre la médecine nucléaire et l'imagerie aux rayons X et leurs avantages respectifs ; • Examiner les différences de dosimétrie et de protection entre la médecine nucléaire et la radiologie (patient et personnel) ; • Étudier les procédures de CQ suivies en radiologie. <p>Ultrasons</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observer des procédures d'échographie (lorsque l'éthique le permet), notamment en imagerie Doppler ; • Étudier les différences entre l'échographie et la médecine nucléaire et leurs avantages respectifs. <p>IRM</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observer des procédures d'IRM, y compris des études fonctionnelles ; • Étudier les différences entre l'IRM et la médecine nucléaire et leurs avantages respectifs. <p>Autres domaines</p> <ul style="list-style-type: none"> • Examiner les problèmes et les restrictions qui apparaissent lorsque la médecine nucléaire est utilisée en salle d'opération ; • Étudier la réglementation locale relative au contrôle de l'hygiène et des infections.
<p>Sources de connaissances</p>	<p>[1] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, AAPM Code of Ethics, AAPM, New York (2008). http://www.aapm.org/org/policies/details.asp?id=260&type=PP&current=true</p> <p>[2] BUSHBERG, J.T., SEIBERT, J.A., LEIDHOLDT, E.M.J., BOONE, J.M., <i>The Essential Physics of Medical Imaging</i>, 2nd edn, Williams and Wilkins (2002).</p> <p>[3] <i>Le Journal of Nuclear Medicine</i> et le <i>Journal of Nuclear Medicine Technology</i> publient de bons articles de synthèse. Certains d'entre eux sont accessibles gratuitement sur leur site Internet. Vous pouvez y accéder via http://www.snm.org.</p>

MODULE 2 - RADIOPROTECTION	
Objectif	<p>Acquérir des connaissances essentielles sur la pratique de la radioprotection dans un service de médecine nucléaire.</p> <p>Il convient de souligner que les tâches définies dans le présent module, à l'exception de celles des sous-modules 2.2, 2.3 et 2.6, peuvent être également effectuées par un responsable de la radioprotection. La répartition de ces tâches dépendra du contexte.</p>
Durée prévue	15 % de la durée totale du programme
Sous-modules	<p>2.1 Contrôle de l'intensité de rayonnement, y compris le contrôle radiologique du personnel</p> <p>2.2 Expositions dues à des sources non scellées et risque de contamination</p> <p>2.3 Principe ALARA et précautions relatives à la sûreté radiologique applicables en médecine nucléaire</p> <p>2.4 Évaluation des risques et conseils donnés au personnel, aux patients et à d'autres personnes concernant les risques radiologiques</p> <p>2.5 Zones affectées à l'utilisation de substances radioactives non scellées</p> <p>2.6 Prise en compte des considérations relatives à la protection contre les rayonnements lors de la conception de nouvelles installations</p> <p>2.7 Contrôles réglementaires et autres directives permettant une utilisation sûre des rayonnements ionisants en médecine nucléaire</p>
Ouvrages essentiels	<p>[1] HENDEE, W.R., IBBOTT, G.S., HENDEE, E.G., Radiation Therapy Physics, 3rd edn, John Wiley & Sons, Inc. (2005).</p> <p>[2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Applying Radiation Safety Standards in Nuclear Medicine, Safety Reports Series No. 40, STI/PUB/1207, IAEA, Vienna (2005). http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1207_web.pdf</p> <p>[3] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Principes fondamentaux de sûreté, collection Normes de sûreté n° SF-1, AIEA, Vienne (2007). http://www.pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1273_F_web.pdf</p> <p>[4] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, General Principles for the Radiation Protection of Workers, ICRP publication 75, Annals of the ICRP Volume 27/1, Pergamon Press, Oxford and New York (1997).</p> <p>[5] COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION RADIOLOGIQUE, Recommandations 2007 de la Commission internationale de protection radiologique, Publication 103 de la CIPR, IRSN, 2009 http://www.icrp.org/docs/P103_French.pdf</p> <p>[6] MARTIN, A., HARBISON, S.A., An Introduction to Radiation Protection, 5th edn, Oxford University Press (2006).</p> <p>[7] MARTIN, C.J., SUTTON, D.G., Practical Radiation Protection in Healthcare, Oxford University Press, Oxford (2002).</p>

	Module 2 - Radioprotection
	Sous-module 2.1 - Contrôle de l'intensité de rayonnement, y compris le contrôle radiologique du personnel
Objectif	Être capable de reconnaître les sources de rayonnements, de contrôler l'intensité de rayonnement et d'analyser les risques potentiels
Conditions préalables	Néant
Compétences visées	<p>Comprendre :</p> <ul style="list-style-type: none"> a) le principe de fonctionnement des appareils utilisés pour contrôler l'intensité du rayonnement en médecine nucléaire, b) l'objectif, les principes et le fonctionnement des programmes de dosimétrie du personnel. <p>Aptitude à mesurer des intensités de rayonnement et à effectuer des mesures de contamination quantitatives.</p>
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Déterminer les risques radiologiques externes et internes ; • Quantifier les risques radiologiques en utilisant des radiamètres et des moniteurs de contamination et en effectuant un contrôle par frottis ; • Classer les radionucléides par type d'émission, par énergie et par période radioactive ; • Théorie, principes de fonctionnement et limites des contrôles individuels ; • Grandeurs opérationnelles de base et rapport avec les doses efficaces ; • Donner des conseils sur les règles à respecter pour gérer et entreposer de façon sûre les substances radioactives non scellées.
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Lire et connaître relativement bien le matériel pédagogique recommandé pour cette compétence ; • Connaissance de la réglementation locale applicable à la radioprotection en médecine nucléaire ; • Établir un protocole pour un contrôle de la contamination indiquant ce qui est frotté, le matériel utilisé, les zones frottées, les méthodes de mesure et les limites d'intervention ; • Établir un protocole pour un contrôle d'une exposition externe indiquant où et quand les mesures sont effectuées, quel(s) appareil(s) est (sont) utilisé(s) et les limites d'intervention ; • Effectuer une étude radiologique d'un laboratoire comprenant : <ul style="list-style-type: none"> ○ un inventaire des types et des quantités de radio-isotopes et de radiopharmaceutiques qui pénètrent dans le laboratoire et leurs propriétés remarquables (par exemple l'iode est volatil), ○ un inventaire des instruments de mesure radiologique disponibles ; noter les applications et les limites de chaque appareil,

	<ul style="list-style-type: none"> ○ un inventaire des sources scellées : gestion, entreposage et emplacement, ○ l'utilisation des moniteurs individuels : type, emplacement, fréquence de renouvellement, ○ la gestion et l'entreposage des sources non scellées. <ul style="list-style-type: none"> ● Rédiger un rapport sur l'étude radiologique contenant des recommandations opportunes ; préparer des documents en vue d'informer le personnel.
Sources de connaissances	<p>[1] DELACROIX, D., GUERRE, J.P., LEBLANC, P., HICKMAN, C., Radionuclide and Radiation Protection Data Handbook, 2nd edn (2002), Radiat Prot Dosimetry 98 1 (2002) 9-168.</p> <p>[2] DEPARTMENT OF ENVIRONMENT AND CONSERVATION (NSW), Radiation Guideline-1, monitoring devices. EPA. http://www.environment.nsw.gov.au/resources/radiation/devices.pdf</p> <p>[3] TEMPERTON, D.H., GREEN, S., "Personal Monitoring", Practical Radiation Protection in Healthcare, (MARTIN, C.J., SUTTON, D.G. (Eds)), Oxford University Press, Oxford (2002).</p>
Module 2 - Radioprotection	
Sous-module 2.2 - Expositions dues à des sources non scellées et risque de contamination	
Objectif	Montrer des connaissances sur la réduction des expositions dues à des sources non scellées et sur la manière de gérer les fuites radioactives et les accidents
Conditions préalables	Connaissance de la réglementation locale applicable à la radioprotection en médecine nucléaire Sous-module 1.1 Connaissance de la réalité clinique
Compétences visées	Connaître les méthodes qui permettent de réduire les expositions. Aptitude à : <ul style="list-style-type: none"> a) manipuler de façon sûre les sources radioactives non scellées ; b) gérer les accidents et les fuites radioactives.
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> ● Déterminer les lieux ou les pratiques pour lesquels l'exposition aux rayonnements pourrait être raisonnablement réduite ; ● Évaluer les débits de dose à proximité des patients et l'influence des conditions dans lesquelles des contacts rapprochés ont lieu ; ● Mettre en place des mesures pour réduire les contacts non essentiels avec les patients radioactifs et d'autres sources ; ● Décontaminer le personnel, les machines et les locaux après une fuite de substances radioactives ; ● Estimer les doses aux organes après contamination ; ● Évaluer le niveau de contamination qui subsiste après décontamination ;

	<ul style="list-style-type: none"> • Mettre en place des mesures pour réduire les expositions dues à la contamination résiduelle ; • Analyser les erreurs liées à l'administration des radiopharmaceutiques, estimer la dose absorbée et donner des conseils afin d'améliorer les pratiques ; • Établir un rapport d'incident.
<p>Sujets de formation recommandés</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Lire et connaître relativement bien le matériel pédagogique ; • Formuler des recommandations afin d'évaluer le personnel après une fuite radioactive ; • Concevoir une formation pour le personnel afin qu'il prenne les mesures adéquates en cas de fuite ; • Étudier le flux de travail du service sous l'angle de la sûreté radiologique ; s'intéresser notamment : <ul style="list-style-type: none"> ○ à la réception, à l'entreposage et à l'élimination des substances radioactives, ○ à la préparation et à la dispensation de radiopharmaceutiques, ○ aux procédures d'injection ou d'administration de ces médicaments aux patients, ○ aux mouvements des patients avant et après une injection, ○ aux procédures d'examen des patients ; • Effectuer une étude radiologique dans les différentes salles du service (laboratoire chaud, salle d'attente, salles d'examen) en notant en particulier : <ul style="list-style-type: none"> ○ l'existence et l'utilisation du blindage, ○ si les salles sont disposées de telle sorte que les personnes sont à une distance suffisante des sources, ○ si les procédures de travail permettent de rester le moins longtemps possible près des sources ; • Proposer et justifier des changements judicieux concernant les procédures, l'agencement ou le blindage afin de réduire les doses de rayonnement reçues par le personnel, les patients et les personnes du public ; • Rédiger des instructions générales pour le personnel du service au sujet de la contamination et la décontamination en cas de fuite radioactive ; décrire les tâches supplémentaires nécessaires pour évaluer la contamination résiduelle et formuler des recommandations d'actions correctives (par exemple scotcher du plastique sur le sol contaminé, remplacer les appareils contaminés, etc.) ; • Étudier les travaux publiés concernant les procédures qui permettent d'estimer les doses reçues par les organes en cas de contamination ; • Noter les radiopharmaceutiques pour lesquels des étapes supplémentaires seraient nécessaires en raison d'une période longue, d'une probabilité accrue d'absorption ou de caractéristiques biologiques défavorables ; dans chaque cas, préciser et justifier les étapes nécessaires ; • Imaginer un système qui permette de disposer d'un aperçu de tous les cas de fuite radioactive, y compris leurs causes et les mesures prises pour prévenir d'autres incidents ;

	<ul style="list-style-type: none"> Établir un rapport d'incident hypothétique pour une fuite importante d'iode dans le laboratoire chaud et pour une fuite de gallium dans une salle de gamma-caméra.
Sources de connaissances	<p>[1] CEMBER, H., JOHNSON, T.A., Introduction to Health Physics, 4th edn, McGraw-Hill, New York (2008).</p> <p>[2] DELACROIX, D., GUERRE, J.P., LEBLANC, P., HICKMAN, C., Radionuclide and Radiation Protection Data Handbook, 2nd edition (2002), Radiat Prot Dosimetry 98 1 (2002) 9-168.</p> <p>[3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Medicine Resources Manual, IAEA, Vienna (2006). http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1198_web.pdf</p> <p>[4] Plan de sûreté et de protection radiologiques (Manuel) de l'établissement dans lequel l'interne travaille et réglementation nationale relative à la radioprotection.</p> <p>[5] STABIN, M.G., Radiation Protection and Dosimetry: An Introduction to Health Physics, Springer, New York, NY (2007). http://opac.library.usyd.edu.au/record=3563832</p>
Module 2 - Radioprotection	
Sous-module 2.3 - Principe ALARA et précautions relatives à la sûreté radiologique applicables en médecine nucléaire	
Objectif	Montrer des connaissances sur la manière d'appliquer le principe ALARA et la réglementation relative à la radioprotection à la pratique clinique de la médecine nucléaire
Conditions préalables	<p>Sous-module 2.1 Contrôle de l'intensité de rayonnement, y compris le contrôle radiologique du personnel</p> <p>Sous-module 2.2 Expositions dues à des sources non scellées et risque de contamination</p>
Compétences visées	<p>Comprendre les modalités d'application du principe ALARA.</p> <p>Aptitude à appliquer la réglementation relative à la radioprotection à la pratique clinique de la médecine nucléaire.</p>
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> Principes de base de la radioprotection : durée, distance, blindage ; Montrer des connaissances sur les limites de dose pour les expositions professionnelles et du public et sur les doses de rayonnement habituellement reçues par les professionnels de santé et par d'autres personnes dans un service bien géré ; Concevoir les flux de travail et les procédures de manière à réduire au minimum les doses de rayonnement reçues par le personnel, les patients, les soignants à domicile et les personnes du public ;

	<ul style="list-style-type: none"> • Déterminer les situations dans lesquelles des précautions supplémentaires seraient souhaitables, par exemple lorsque la patiente est allaitante ou lorsque la mère d'un patient pédiatrique est enceinte ; • Instaurer des précautions pour une nouvelle procédure ; • Préparer les tâches quotidiennes et les fiches d'information pour les patients/les soignants pour certaines applications cliniques en abordant des questions comme les périodes de contact rapproché avec les enfants, l'allaitement maternel et l'incontinence urinaire.
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Connaître relativement bien le matériel pédagogique recommandé pour cette compétence ; • Étudier les expositions potentielles dues aux applications diagnostiques de la médecine nucléaire pour le personnel du service, notamment le personnel de la radiopharmacie, les infirmières, les brancardiers, les techniciens et les médecins, ainsi qu'au sein de l'hôpital ; relever également les expositions qui affectent les personnes du public, y compris les personnes accompagnantes et les autres patients, notamment lors du retour au domicile en voiture ou par les transports en commun ; • À partir de vos observations, rédiger un rapport contenant des recommandations pour réduire les expositions. Pour toute modification possible qui permet de réduire les doses, examiner les inconvénients ; la réduction des doses est-elle atteinte par un moyen « raisonnable » ? • Choisir une procédure qui fait intervenir du ^{99m}Tc. Définir le flux de travail, notamment la dispensation des radiopharmaceutiques, la préparation des patients et les injections qu'ils reçoivent, l'examen et les mouvements des patients ; estimer le débit de dose pour chaque cas d'exposition ; cette estimation peut être faite en consultant les travaux publiés sur cette question ou en effectuant quelques mesures ; il convient également de s'intéresser aux patients hospitalisés, aux patients ambulatoires, aux personnes accompagnantes, au personnel et aux personnes du public ; • Pour chaque étape du flux de travail, décrire et justifier les pratiques raisonnables qui permettent de réduire au minimum les doses de rayonnement en indiquant qui est protégé (par exemple le technicien, l'infirmière, le patient ou la personne accompagnante) ; • Établir une fiche d'information pour le patient et/ou les soignants contenant des recommandations concernant les pratiques qui permettent de réduire les doses de rayonnement au minimum ; • Comparer vos conclusions aux recommandations actuelles (par exemple celles qui figurent dans le plan de sûreté et de protection radiologique du service) ; commenter les éventuelles différences ; • Étudier les recommandations des organisations internationales concernant la prise en charge des femmes allaitantes.
Sources de connaissances	<p>[1] CORMACK, J., TOWSON, J., FLOWER, M., "Radiation Protection and Dosimetry in Clinical Practice", Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment, (ELL, P., GAMBHIR, S. (Eds)), Churchill Livingstone (2004).</p>

	<p>[2] INSTITUTE OF PHYSICAL SCIENCES IN MEDICINE, Radiation Protection in Nuclear Medicine and Pathology Rep. 63 (1991).</p> <p>[3] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, General Principles for the Radiation Protection of Workers, ICRP publication 75, Annals of the ICRP Volume 27/1, Pergamon Press, Oxford and New York (1997).</p> <p>[4] POCHIN, E., Nuclear Radiation: risks and benefits, Clarendon Press, Oxford (1985).</p>
	Module 2 - Radioprotection
	Sous-module 2.4 - Évaluation des risques et conseils donnés au personnel, aux patients et à d'autres personnes concernant les risques radiologiques
Objectif	Montrer des connaissances sur la manière d'appliquer la réglementation relative à la radioprotection en pratique clinique de la médecine nucléaire
Conditions préalables	<p>Module 1 : Connaissance de la réalité clinique</p> <p>Sous-module 2.1 Contrôle de l'intensité de rayonnement, y compris le contrôle radiologique du personnel</p> <p>Sous-module 2.2 Expositions dues à des sources non scellées et risque de contamination</p>
Compétences visées	<p>Connaître :</p> <ol style="list-style-type: none"> a) les méthodes qui permettent d'estimer la dose efficace reçue par le patient lors d'un examen diagnostique de médecine nucléaire, b) les risques associés aux expositions aux rayonnements, c) les procédures d'évaluation des risques. <p>Aptitude à donner des informations sur les risques ou l'absence de risques s'agissant de la dose, de la justification et des risques à considérer qui ne sont pas liés aux rayonnements.</p>
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Comparer les expositions professionnelles en médecine nucléaire à d'autres risques professionnels et aux variations des rayonnements ionisants naturels ; • Évaluer les risques et recommander des précautions à adopter pour les femmes qui souhaitent continuer à travailler en médecine nucléaire pendant leur grossesse ; • Déterminer, pour des patients de tous âges, les risques dus aux expositions aux rayonnements consécutives aux procédures de médecine nucléaire diagnostique qu'ils ont suivies et les comparer aux autres risques cliniques ; • Être capable de donner des informations sur les risques ou l'absence de risques en fonction de la dose, de la justification et de l'optimisation.

Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Lire et connaître relativement bien le matériel pédagogique recommandé pour cette compétence ; • Étudier les documents relatifs à l'évaluation et à la communication des risques ; • Rédiger une réponse officielle aux demandes d'information suivantes. Dans chaque cas, fournir une estimation de la dose efficace, le risque correspondant et un ou plusieurs exemples d'exposition comparable et/ou de risque comparable : <ul style="list-style-type: none"> ○ pour un parent inquiet, dont l'enfant de 9 ans doit subir une scintigraphie rénale (dose délivrée à l'enfant) ○ pour une mère enceinte, dont l'enfant de 5 ans doit subir une scintigraphie osseuse (dose reçue par la mère/le fœtus) ○ pour une interne enceinte qui s'inquiète de devoir travailler dans la salle d'effort ○ pour un échographiste qui s'inquiète de devoir effectuer un examen sur un patient du service de médecine nucléaire ; ○ pour une patiente qui a subi une procédure de médecine nucléaire diagnostique alors qu'elle ignorait qu'elle était enceinte à ce moment-là, y compris des commentaires sur la dose fœtale, les conséquences possibles et une comparaison avec les risques ordinaires de la grossesse.
Sources de connaissances	<p>[1] CORMACK, J., TOWSON, J., FLOWER, M., "Radiation Protection and Dosimetry in Clinical Practice", Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment, (ELL, P., GAMBHIR, S. (Eds)), Churchill Livingstone (2004).</p> <p>[2] FISCHHOFF, B., Risk Perception and Communication Unplugged: Twenty Years of Process, Risk Anal 15 2 (1995) 137-45.</p> <p>[3] COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION RADIOLOGIQUE, Recommandations 1990 de la Commission internationale de protection radiologique, Publication 60 de la CIPR, Pergamon Press (1993).</p> <p>[4] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals, ICRP Publication 53 - Addendum 5, 6 and 7, Pergamon Press, Oxford and New York (2001).</p> <p>[5] http://www.orau.org/ptp/infores.htm#dosimetry</p> <p>[6] http://www.orau.org/ptp/infores.htm#dosimetry</p>
Module 2 - Radioprotection	
Sous-module 2.5 - Zones affectées à l'utilisation de substances radioactives non scellées	
Objectif	Montrer des connaissances sur les règles générales en matière d'agencement du service

Conditions préalables	Sous-module 2.1 Contrôle de l'intensité de rayonnement, y compris le contrôle radiologique du personnel
Compétences visées	Bonne connaissance : a) de la désignation des zones du lieu de travail qui doivent être protégées contre les rayonnements émis par des substances radioactives non scellées, b) des différents processus de décroissance radioactive. Aptitude à gérer un local d'entreposage des déchets radioactifs pour les sources utilisées dans un service de médecine nucléaire.
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Classer une zone de laboratoire en fonction des radionucléides, de leur activité et des opérations effectuées conformément aux règles édictées par l'organisme de réglementation responsable ; • Concevoir des zones et définir les prescriptions en matière de construction pour : <ul style="list-style-type: none"> ○ la préparation, la dispensation et l'administration de radiopharmaceutiques, ○ un local d'entreposage des déchets radioactifs, ○ un scanner associé à un dispositif d'imagerie par radionucléides ; • Comprendre les différences entre les contraintes applicables aux zones contrôlées et celles qui sont applicables aux zones surveillées.
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Bien connaître le matériel pédagogique recommandé pour cette compétence ; • Déterminer la classe d'un laboratoire chaud (élevée, moyenne ou faible) à partir des quantités maximales de radionucléides détenues et des opérations effectuées conformément à la réglementation. Supposer que des radiopharmaceutiques à visée diagnostique (y compris du FDG pour la TEP) et thérapeutique seront utilisés. Il ne sera pas demandé de marquer des cellules sanguines ; • Pour la radiopharmacie, établir un cahier des charges portant sur : <ul style="list-style-type: none"> ○ l'état des surfaces, ○ la contamination par voie aérienne, ○ la séparation entre les lieux où se trouvent les radionucléides et ceux où s'effectue le travail administratif, ○ la sécurité des moyens d'accès et des locaux d'entreposage, ○ le blindage, ○ toute autre caractéristique qu'il vous semble nécessaire de préciser. • Estimer l'épaisseur de plomb requise pour les murs et la porte d'un placard de 1x1x1m utilisé pour y entreposer du linge sale contaminé avec de l'iode 131 dont l'activité peut atteindre 5 GBq. Ce placard est situé juste derrière une zone occupée par du personnel de bureau ; sa porte ouvre sur un couloir.
Sources de connaissances	<p>[1] CEMBER, H., JOHNSON, T.A., Introduction to Health Physics, 4th edn, McGraw-Hill, New York (2008).</p> <p>[2] INSTITUTE OF PHYSICAL SCIENCES IN MEDICINE, Radiation Protection in Nuclear Medicine and Pathology Rep. 63 (1991).</p>

	[3] NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS, Structural Shielding Design and Evaluation for Medical Use of X-rays and Gamma Rays of Energies up to 10 MeV, NCRP Rep. 49, Bethesda, MD, USA (1976). http://www.ncrppublications.org/Reports/049
	Module 2 - Radioprotection
	Sous-module 2.6 - Prise en compte des considérations relatives à la protection contre les rayonnements lors de la conception de nouvelles installations
Objectif	Acquérir des connaissances sur les contraintes de conception des installations liées à la radioprotection
Conditions préalables	Sous-module 2.2 Expositions dues à des sources non scellées et risque de contamination Sous-module 2.5 Zones affectées à l'utilisation de substances radioactives non scellées
Compétences visées	Comprendre les principes et les caractéristiques du blindage nécessaire pour les niveaux d'énergie des radionucléides utilisés en médecine nucléaire diagnostique. Bien connaître les contraintes de blindage pour les caméras TEP et SPECT qui sont couplées à d'autres dispositifs d'imagerie (par exemple à des scanographes). Aptitude à concevoir une protection contre les rayonnements satisfaisante pour tous les types d'appareils de médecine nucléaire.
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Principes : <ul style="list-style-type: none"> ○ unités et métrique des doses de rayonnement applicables à la conception du blindage ○ rayonnement primaire (atténué et non atténué) ○ rayonnement secondaire ; diffusion et fuite ○ transmission des rayonnements primaires et secondaires par les patients, les pièces des appareils d'imagerie et par les barrières • Obligations et guides réglementaires : <ul style="list-style-type: none"> ○ législation et orientations locales applicables à l'aménagement des installations de médecine nucléaire ○ désignation des zones contrôlées et surveillées ○ limites de doses pour les travailleurs et les personnes du public ○ contraintes de doses et objectifs des dispositifs de blindage • Principes du blindage : <ul style="list-style-type: none"> ○ principes des barrières primaires et secondaires ○ notions liées à la charge de travail, y compris l'incidence des facteurs techniques, du nombre de patients, des futurs changements concernant la charge de travail, la conception des équipements et leur usage, par ex. la transformation d'une salle de gamma-caméra en salle TEP-TDM qui a besoin d'un blindage spécifique pour une énergie de 511 keV

	<ul style="list-style-type: none"> ○ notions de l'occupation et de l'impact de l'occupation des zones avoisinantes sur la conception du blindage ○ notion de diaphonie entre les appareils et autres perturbations des mesures dues à la radioactivité présente dans les pièces environnantes ● Matériaux : <ul style="list-style-type: none"> ○ propriétés d'atténuation des matériaux ○ matériaux de remplacement et incidence sur l'efficacité du blindage ○ matériaux et techniques communs de construction ● Obligations en matière de blindage : <ul style="list-style-type: none"> ○ détermination des doses de rayonnements aux barrières à partir des données sur la charge de travail ○ calcul du coefficient de transmission requis ○ spécifications relatives aux matériaux nécessaires ● Évaluation du blindage : <ul style="list-style-type: none"> ○ surveillance visuelle lors de la fabrication ○ utilisation de radionucléides ○ mesure des rayons X (pour la TEMP-TDM et la TEP-TDM)
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> ● Réaliser une évaluation de la charge de travail en tenant compte des techniques d'examen et du nombre des patients ; ● Déterminer le niveau d'occupation des pièces attenantes à une salle TEP-TDM ; ● Effectuer les calculs et les hypothèses pour le blindage d'une installation de TEP-TDM. En fonction des cas, un TEP-Scan peut nécessiter un blindage léger ou lourd. La radiopharmacie et les salles d'injection doivent également disposer d'un blindage adéquat ; ● Évaluer l'effet de l'emplacement et de l'orientation des équipements sur les possibilités de blindage ; ● Évaluer l'efficacité du blindage et les erreurs de mesures ; ● Décrire l'effet des changements concernant la charge de travail et l'utilisation, l'orientation et la conception des appareils sur les obligations liées au blindage ; ● Évaluer le blindage, procéder à une surveillance visuelle lors de la fabrication ; documentation sur les hypothèses, modèles et spécifications à des fins de consultation ultérieure et conservation de cette documentation.
Sources de connaissances	<p>[1] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, AAPM Task Group 108: PET and PET/CT Shielding Requirements, AAPM Rep. 108, New York (2006). http://www.aapm.org/pubs/reports/RPT_108.pdf</p> <p>[2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Shielding. https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/Documents/TrainingRadiology/Lectures/RPDIR-L12_Shielding_WEB.ppt</p>

	<p>[3] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Conversion Coefficients for Use in Radiological Protection Against External Radiation, ICRP Publication 74. Ann ICRP 1997 (77) 2, Pergamon Press, Oxford and New York (1997).</p> <p>[4] NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS, Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities, NCRP Rep. 147, Bethesda, MD, USA (2004). http://www.ncrppublications.org/Reports/147</p> <p>[5] ANDERSON, J.A., MATHEWS, D., Site Planning and Radiation Safety in the PET Facility, Place, Published. http://www.aapm.org/meetings/02AM/pdf/8418-39272.pdf</p>
	Module 2 - Radioprotection
	Sous-module 2.7 - Contrôles réglementaires et autres directives permettant une utilisation sûre des rayonnements ionisants en médecine nucléaire
Objectif	Comprendre tous les aspects du respect de la réglementation et donner des conseils sur ces questions
Conditions préalables	Sous-module 2.3 Principe ALARA et précautions relatives à la sûreté radiologique applicables en médecine nucléaire
Compétences visées	Comprendre la réglementation locale applicable à la médecine nucléaire. Aptitude à donner des conseils sur la législation locale, régionale et nationale en matière de protection et de sûreté radiologiques.
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôles réglementaires permettant une utilisation sûre des rayonnements ionisants en médecine nucléaire appliqués dans l'établissement où travaille l'interne ; • Créer et tenir à jour, pour un service de médecine nucléaire, un dossier sur les rayonnements reçus conforme à la réglementation et aux usages habituels et comprenant : <ul style="list-style-type: none"> ○ la dose reçue par le personnel, ○ les autorisations et les déclarations liées aux rayonnements, ○ les incidents radiologiques, ○ les substances radioactives, y compris les déchets ; • Appliquer les lignes directrices qui concernent la médecine nucléaire émises par l'organisme de réglementation local et par l'organisation professionnelle compétente ; • Évaluer le programme de sûreté radiologique appliqué au sein de l'établissement dans lequel l'interne travaille et rédiger un rapport sur ce programme.
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Lire et connaître relativement bien le matériel pédagogique recommandé pour cette compétence ;

- Effectuer une synthèse des dispositions légales sur le contrôle radiologique applicables dans l'établissement où vous travaillez, y compris :
 - les responsabilités des employeurs et des salariés, notamment les informations données sur la sûreté radiologique
 - la délivrance des autorisations et la surveillance pour toutes les personnes qui travaillent en médecine nucléaire, notamment les médecins, les internes, les techniciens/les stagiaires, les agents de maintenance, les scientifiques et les étudiants de troisième cycle
 - les dispositions qui concernent l'utilisation de dispositifs d'imagerie hybrides à scanographe intégré
 - les limites de doses dues à l'utilisation de rayonnements ou au travail à proximité de rayonnements ou pour les personnes du public
 - la surveillance radiologique des personnes qui travaillent en médecine nucléaire
 - le contrôle radiologique de zone
 - l'étalonnage des moniteurs de rayonnement
 - la déclaration des installations de médecine nucléaire, des sources radioactives, scellées ou non, et des appareils de radiologie, y compris les dispositifs hybrides à scanographe intégré
 - l'achat de substances radioactives
 - l'élimination, la perte ou le vol de substances radioactives
 - les enquêtes et les comptes rendus sur les accidents radiologiques
 - l'exposition d'êtres humains à des fins de recherche
 - la contamination de l'environnement
 - la conservation ou la destruction des données radiologiques
 - le rejet de substances radioactives dans l'atmosphère ou dans les égouts
 - le transport de matières radioactives ;
- Dans votre propre service, étudier le système actuel de conservation des données qui concerne :
 - la dosimétrie du personnel
 - les autorisations d'utiliser des substances radioactives
 - la notification des incidents
 - le contrôle des stocks de substances radioactives et l'élimination des déchets ;
- Dans chacun de ces domaines, étudier les améliorations possibles. Si nécessaire, concevoir et mettre en place un système adéquat qui facilite la détection des éventuels problèmes comme la perte de sources, les fuites radioactives répétées, une dose excessive reçue par une personne particulière, etc.
- Rédiger un rapport sur le système de conservation des données ;

	<ul style="list-style-type: none"> • Dans votre hôpital, rédiger un rapport sur le programme de sûreté radiologique indiquant : <ul style="list-style-type: none"> ○ les comités qui jouent un rôle en matière de sûreté radiologique et les tâches de toutes les personnes qui interviennent dans ce domaine ; dessiner un diagramme de la structure hiérarchique sur ces questions ○ la manière dont les accidents radiologiques sont signalés et font l'objet d'une enquête ○ ce que serait une dose « élevée » sur un dosimètre individuel en médecine nucléaire et les suites qui seraient données en cas de détection d'une dose élevée ○ la manière dont le personnel est informé de la sûreté radiologique ○ la manière dont les règles de sûreté sont établies et appliquées.
Sources de connaissances	<p>[1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Protection in Nuclear Medicine Part 9 Quality Assurance. http://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/Documents/TrainingNuclearMedicine/Lectures/RPNM_Part09_qa_WEB.ppt#1</p> <p>[2] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Principes fondamentaux de sûreté, collection Normes de sûreté n° SF-1, AIEA, Vienne (2007). http://www.pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1273_F_web.pdf</p> <p>[3] COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION RADIOLOGIQUE, Recommandations 2007 de la Commission internationale de protection radiologique, Publication 103 de la CIPR, IRSN, 2009. http://www.icrp.org/docs/P103_French.pdf</p>

MODULE 3 – RECHERCHE-DÉVELOPPEMENT ET ENSEIGNEMENT	
Objectif	Développer des compétences clés en matière de recherche-développement et d'enseignement en physique de la médecine nucléaire
Durée prévue	5 % de la durée totale du programme
Sous-modules	3.1 Recherche-développement 3.2 Enseignement
Ouvrages essentiels	<p>[1] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, A Guide to the Teaching of Clinical Radiological Physics to Residents in Diagnostic and Therapeutic Radiology, AAPM Rep. 64, New York (1999). http://www.aapm.org/pubs/reports/64/rpt_64.pdf</p> <p>[2] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, Quality Assurance for Clinical Trials: A primer for Physicists. 2004 AAPM Rep. 86, New York (2004). http://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_86.pdf</p> <p>[3] ICH/CPMP, Good Clinical Practice: Consolidated Guidelines, International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use Rep. E6 (R1) (1996).</p>
Module 3 - Recherche-développement et enseignement	
Sous-module 3.1 - Recherche-développement	
Objectif	Développer l'aptitude à réaliser des recherches dans un domaine qui concerne la physique de la médecine nucléaire, soit de manière autonome, soit dans le cadre d'une équipe de recherche pluridisciplinaire
Conditions préalables	Néant
Compétences visées	<p>Comprendre les procédures de recherche scientifique, y compris le rôle de l'examen éthique, de l'analyse statistique et des processus de publication.</p> <p>Pouvoir effectuer de la recherche-développement en physique de la médecine nucléaire en coopération avec des médecins nucléaires, des physiciens médicaux en radiodiagnostic, des physiciens médicaux en radio-oncologie et d'autres professionnels.</p>

<p>Connaissances clés</p>	<p>1) Comprendre :</p> <ul style="list-style-type: none"> • le rôle de l'éthique dans la recherche sur les sujets humains et les animaux, y compris les questions liées aux rayonnements, • l'application de statistiques au protocole expérimental, à la formulation d'hypothèses et à l'analyse des données (y compris à l'analyse ROC si nécessaire), • la forme des articles scientifiques, • la procédure d'examen par les pairs applicable aux demandes de subventions liées à la recherche et aux publications scientifiques <p>2) Connaître les revues internationales utiles en matière de médecine nucléaire, de physique médicale et de domaines de recherche associés</p>
<p>Sujets de formation recommandés</p>	<p>Concevoir un projet de recherche en :</p> <ul style="list-style-type: none"> • choisissant un domaine de recherche, y compris la question précise qui est posée, en concertation avec d'autres professionnels, par exemple des médecins nucléaires, • formulant des hypothèses, • examinant avec efficacité et esprit critique les publications après utilisation de bases de données comme MedLine, PubMed et Scopus, et en rédigeant à ce sujet un rapport (contenant les avantages cliniques de la recherche ou du développement retenu), • surveillant continûment les avancées de la recherche-développement dans le domaine choisi, • définissant un plan de projet de recherche comprenant des échéances, les expériences incontournables et des analyses, • consultant un statisticien ou un épidémiologiste si nécessaire, • évaluant les questions éthiques à l'aune des critères nationaux, notamment les questions liées aux rayonnements, et en présentant, le cas échéant, les demandes nécessaires aux comités d'éthique concernés, • évaluant les moyens requis, notamment le temps, le personnel et les équipements. <p>Gérer un budget pour un projet de recherche de petite taille</p> <p>Examen des résultats par les pairs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Présenter et défendre les résultats au niveau du service ; • Présenter les résultats lors d'une conférence nationale ou internationale ; • Publier ces résultats dans une revue à comité de lecture. <p>Profiter des initiatives en faveur de la recherche :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rédiger une demande de subvention ordinaire concernant une recherche en collaboration avec un médecin nucléaire ou un autre professionnel et répondre aux remarques exprimées lors du processus d'examen ; • Participer à une équipe de recherche pluridisciplinaire en apportant des connaissances et des compétences en physique médicale, notamment en matière de dosimétrie ;

	<ul style="list-style-type: none"> Effectuer des calculs de doses, des estimations de risques et des comparaisons avec les autres risques liés aux rayonnements ionisants pour le comité d'éthique dans le cadre d'un projet sur la dosimétrie des rayonnements internes dus à une exposition médicale chez des sujets humains.
Sources de connaissances	<p>[1] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, Quality Assurance for Clinical Trials: A Primer for Physicists, AAPM Rep. 86, New York (2004). http://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_86.pdf</p> <p>[2] ARPANSA, Code of Practice for the Exposure of Humans to Ionizing Radiation for Research Purposes, Radiation Protection Series Rep. 8, ARPANSA. http://www.arpansa.gov.au/pubs/rps/rps8.pdf</p> <p>[3] ICH/CPMP, Good Clinical Practice: Consolidated Guidelines, International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use Rep. E6 (R1) (1996).</p> <p>[4] ICH/CPMP, Statistical Principles for Clinical Trials, International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use Rep. E9 (1998). http://www.ich.org/fileadmin/Public_Web_Site/ICH_Products/Guidelines/Efficacy/E9/Step4/E9_Guideline.pdf</p> <p>[5] http://www.nhmrc.gov.au/files_nhmrc/file/health_ethics/hrecs/reference/090609_nhmrc_position_statement.pdf</p> <p>[6] RAVINDRAN, C., Ethics in Biomedical Research, Calicut Medical Journal 6 2 (2008).</p> <p>[7] WOODWORD, M., Epidemiology: Study Design and Data Analysis, 2nd edn, Chapman & Hall/CRC (2005).</p> <p>[8] WOOLFE, J., How to write a PhD Thesis. http://www.phys.unsw.edu.au/~jw/thesis.html</p> <p>[9] WORLD HEALTH ORGANIZATION, Operational Guidelines for Ethics Committees That Review Biomedical Research, Geneva (2000).</p>
Module 3 - Recherche-développement et enseignement	
Sous-module 3.2 – Enseignement	
Objectif	Développer les capacités permettant de devenir un formateur et un mentor efficace en physique de la médecine nucléaire
Conditions préalables	Néant
Compétences visées	Comprendre les principes généraux d'un enseignement efficace. Pouvoir enseigner les principes et les méthodes de la physique de la médecine nucléaire.

Connaissances clés	<p>Comprendre les principes généraux d'un enseignement efficace, notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les méthodes et les stratégies d'enseignement adaptées à la taille, aux besoins, aux centres d'intérêt et aux connaissances d'un auditoire, • les mécanismes relatifs aux commentaires transmis aux étudiants et aux stratégies d'évaluation de ceux-ci, • la fourniture des documents didactiques nécessaires à l'étudiant, • la préparation du matériel d'enseignement, • l'examen des processus d'enseignement.
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Assister à un cours général (cela est souvent possible lors des colloques nationaux ou internationaux de médecine nucléaire) sur la manière d'enseigner ; • Assister à des cours de recyclage lors de colloques de la SNM, de l'ARCCNM et de l'EANM afin d'observer des physiciens médicaux et des médecins nucléaires enseigner dans divers domaines ; • Enseigner des sujets liés à la physique médicale, aux technologies et aux rayonnements (notamment la sûreté radiologique) à divers auditoires. Sont suggérés en guise d'exemples : <ol style="list-style-type: none"> 1) l'enseignement auprès de physiciens médicaux, de physiciens débutants et d'autres professionnels techniques 2) l'enseignement auprès du personnel du service de médecine nucléaire et des internes 3) l'enseignement de la sûreté radiologique auprès des infirmières et du personnel paramédical (par ex. les secrétaires des services) 4) apprendre aux techniciens à effectuer le contrôle de la qualité d'un appareil de médecine nucléaire particulier.
Sources de connaissances	<p>[1] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, A Guide to the Teaching of Clinical Radiological Physics to Residents in Diagnostic and Therapeutic Radiology, AAPM Rep. 64, New York (1999). http://www.aapm.org/pubs/reports/64/rpt_64.pdf</p> <p>[2] SAHA GB., Physics and Radiobiology in Nuclear Medicine. 2nd edn, Springer (2001).</p> <p>[3] Teaching radiology residents resource. http://www.blueskybroadcast.com/Client/AAPM_Annual05/aapm_a74_panel/launch.html</p> <p>[4] AAPM ONLINE EDUCATIONAL, library. http://www.aapm.org/education/VL/</p> <p>[5] AAPM ONLINE EDUCATIONAL, Continuing education. http://aapm.org/education/ce/category.asp Accessible sur abonnement uniquement.</p>

MODULE 4 – DÉVELOPPEMENT PROFESSIONNEL ET GESTION	
Objectif	Acquérir des connaissances et des compétences concernant les aspects professionnels du rôle et des responsabilités du physicien en médecine nucléaire
Durée prévue	5 % de la durée totale du programme
Sous-modules	4.1 Connaissance de la réalité professionnelle 4.2 Communication 4.3 Gestion de la qualité 4.4 Vérification clinique
Ouvrages essentiels	[1] NATIONAL HEALTH AND MEDICAL RESEARCH COUNCIL, Communicating with Patients: Advice for Medical Practitioners, (2004). http://www.nhmrc.gov.au/files_nhmrc/publications/attachments/e58.pdf [2] VENABLES, J., Communication Skills for Engineers and Scientists, 3 rd edn, Institute of Chemical Engineers (2002).
Module 4 – Développement professionnel et gestion	
Sous-module 4.1 - Connaissance de la réalité professionnelle	
Objectif	Comprendre les activités liées à la connaissance de la réalité professionnelle et y participer (si possible)
Conditions préalables	Néant
Compétences visées	Comprendre les questions relatives à l'activité professionnelle. Contribuer aux activités de l'organisation professionnelle compétente.
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Connaître la structure hiérarchique du service et les perspectives de carrière en interne pour les physiciens médicaux ; • Connaître la structure et les activités de l'organisation professionnelle de physique médicale locale et ses relations avec les organisations professionnelles étrangères ; • Comprendre les questions éthiques, juridiques et de propriété intellectuelle auxquelles le physicien médical est confronté dans le cadre de son travail ; • Comprendre ce qu'est le développement professionnel continu et comment il s'effectue.

<p>Sujets de formation recommandés</p>	<p>Gestion de carrière</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprendre le domaine d'exercice et la structure de carrière des physiciens en médecine nucléaire ; • Comprendre les perspectives de carrière et leurs limites ; • Dessiner un organigramme de votre service dans lequel vous figurez ; • Définir votre propre plan de carrière. <p>Activités liées à l'organisation professionnelle compétente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Montrer une connaissance de votre organisation professionnelle, notamment de ses missions, de sa structure et du nom des principaux cadres et des membres du personnel administratif ; • Assister et participer activement aux événements de cette organisation ; • Consulter régulièrement les sites Web des organisations professionnelles de physiciens médicaux existant dans le monde ; • Montrer une connaissance des sujets d'actualité concernant votre profession et votre organisme professionnel ; • Montrer une connaissance des autres organisations associées (par ex. celles qui fédèrent les médecins nucléaires ou les techniciens en médecine nucléaire) et consulter leurs sites Web ; • Montrer une connaissance des agences internationales et des organismes professionnels pour ce qui a trait à la physique de la médecine nucléaire ; • Montrer une connaissance des principales revues professionnelles de physique médicale et de médecine nucléaire et des revues qui ont un rapport avec ces disciplines et lire régulièrement les articles qui vous concernent. <p>Questions professionnelles</p> <p>i) Déontologie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Montrer une connaissance des principes et des procédures de votre organisation professionnelle et de votre hôpital en matière d'éthique professionnelle et clinique ; • Montrer une connaissance du code de conduite et des missions de votre organisation professionnelle et de votre hôpital ; • Comprendre les obligations locales et/ou nationales en matière d'éthique dans le cadre des projets de recherche clinique ; • Comprendre les obligations liées à la vie privée du personnel et aux informations relatives aux patients. <p>ii) Questions juridiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exposer les objectifs, définitions et obligations juridiques de votre (vos) établissement(s) (par ex. hôpital et université le cas échéant), de votre région et de votre pays pour ce qui a trait aux physiciens médicaux en médecine nucléaire ; cet exposé devrait comprendre les principes applicables en matière de conflits d'intérêts et les questions législatives et réglementaires ; • Présenter les obligations locales et/ou nationales concernant la déclaration des incidents radiologiques ; • Connaître la législation relative à la protection des données.
---	---

	<p>iii) Propriété intellectuelle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprendre les différents types de droit de propriété intellectuelle ; • Présenter les objectifs, définitions et obligations concernant la propriété intellectuelle dans votre (vos) établissement(s) (par ex. hôpital et université le cas échéant) ; • Expliquer à qui appartient ce qui a été produit dans le cadre des recherches que vous avez menées au sein de votre établissement ; • Montrer une connaissance des obligations qui s'attachent à la vente de droits de propriété intellectuelle sur le lieu de travail, y compris la concession de licence de logiciel et les garanties associées. <p>Développement professionnel continu (DPC)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Montrer une connaissance de l'objectif du DPC ; • Montrer une connaissance des obligations légales et/ou imposées par l'organisation professionnelle compétente concernant le DPC.
	Module 4 – Développement professionnel et gestion
	Sous-module 4.2 - Communication
Objectif	Bien communiquer au sein d'une équipe pluridisciplinaire, avec des patients et avec le grand public
Conditions préalables	Néant
Compétences visées	<p>Montrer un haut niveau de communication orale et écrite et des capacités d'interprétation.</p> <p>Pouvoir communiquer avec les cliniciens et appliquer les principes physiques aux problèmes cliniques.</p>
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Comment communiquer efficacement au sein d'une équipe pluridisciplinaire, à l'oral comme à l'écrit
Sujets de formation recommandés	<p>Compétences orales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Assister à un cours sur : <ul style="list-style-type: none"> ○ les compétences en matière de présentation orale ○ les compétences qui s'attachent à la fonction de mentor et/ou ○ la conduite de réunions ; • Participer activement aux réunions du service de physique (diriger si possible une réunion) ; • Participer activement aux réunions techniques du service ; • Assurer une présentation scientifique lors d'une réunion de physiciens médicaux, de professionnels de plusieurs disciplines différentes ou devant un auditoire constitué en partie de non-spécialistes ; • Former à la physique médicale d'autres professionnels de la médecine nucléaire, par ex. pour des conférences sur la sûreté radiologique et pour des cours à des internes en médecine nucléaire ;

- Participer activement aux réunions sur l'avancement des projets lors de la mise en service d'équipements ;
- Présenter les résultats de vos recherches lors d'une conférence/réunion nationale et/ou internationale ;
- Donner des conseils cliniques précis et clairs en physique médicale sur l'optimisation des procédures de médecine nucléaire à d'autres professionnels de la médecine nucléaire.

Compétences écrites

- Comprendre des questions sensibles comme les conséquences juridiques des informations écrites envoyées par courriel, la confidentialité, la sensibilité et l'autorisation d'utilisation des données ;
- Connaître les formes et les styles qui conviennent aux communications écrites professionnelles, y compris les courriels, les notes de service et les lettres ;
- Tenir un journal de bord ;
- Rédiger un exemple de lettre professionnelle, de courriel et de note de service que vous pourriez adresser à un cadre important du service de médecine nucléaire au sujet d'une question de physique médicale ;
- Rédiger un bref rapport technique sur l'optimisation d'une procédure de diagnostic ;
- Rédiger un argumentaire économique à l'attention des cadres concernant l'achat ou le remplacement d'un appareil de médecine nucléaire ;
- Rédiger ou revoir un protocole (existant ou nouveau) relatif au processus de contrôle de la qualité au sein du service ;
- Rédiger un rapport d'avancement et/ou final sur la mise en service d'un nouvel appareil de médecine nucléaire au sein d'un service de médecine nucléaire.

Capacités de compréhension

- Participer aux réunions du service qui examinent les articles de revue ;
- Présenter un protocole technique international au service de physique médicale.

Communication

- Étudier le rôle des autres professions médicales et associées dans le système de santé, en particulier lorsqu'elles font appel à l'imagerie ;
- Discuter avec vos collègues de travail pour comprendre leur point de vue et les aider à comprendre le vôtre.

Consultation et appui

- Communiquer avec les cliniciens en usant de termes adaptés à leur spécialité ;
- Écouter un collègue clinique décrire un problème qui ne concerne pas la médecine nucléaire ;

	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser vos connaissances générales en physique pour résoudre des difficultés ; • Adopter une pensée latérale dépassant le contexte de la médecine nucléaire ; • Rechercher un problème et proposer une solution en tenant compte des limites de votre compréhension et de votre compétence ; • S'assurer le concours d'autres personnes dotées des compétences adéquates.
	Module 4 – Développement professionnel et gestion
	Sous-module 4.3 - Gestion de la qualité
Objectif	Permettre à l'interne de comprendre la structure et la mise en œuvre d'un système complet de gestion de la qualité
Conditions préalables	Sous-module 4.1 Connaissance de la réalité professionnelle
Compétences visées	<p>Comprendre la structure d'un système qualité.</p> <p>Aptitude à mettre en œuvre et à gérer les aspects physiques d'un système qualité.</p>
Connaissances clés	<ol style="list-style-type: none"> 1) Connaissances de base des normes de gestion de la qualité ; 2) Comprendre des termes comme assurance de la qualité, contrôle de la qualité, audit qualité, gestion des risques ou gestion des ressources humaines ; 3) Connaissance de la réglementation nationale ; 4) Connaître tous les éléments nécessaires au fonctionnement d'un système qualité ; 5) Connaissances de bases sur la manière dont un système qualité est adapté à la pratique de la médecine nucléaire ; 6) Connaissance de base sur l'exploitation d'un système qualité.
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Étudier une norme pertinente relative à la gestion de la qualité ; • Expliquer le sens de termes utiles comme assurance de la qualité, contrôle de la qualité, audit qualité, gestion des risques, gestion des ressources humaines ou traçabilité ; • Décrire le rôle de tous les professionnels qui participent au système qualité ; • Étudier quelles parties des normes ont été mises en œuvre au sein du service de médecine nucléaire ; • Formuler des recommandations sur la manière dont le système qualité tel qu'il est appliqué au sein du service de médecine nucléaire pourrait être amélioré ; • Décrire le rôle du physicien médical à l'intérieur du système qualité ;

	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier si les documents qualité existants sont à jour ; • Vérifier si les documents qualité existants sont utilisés dans le cadre de la pratique clinique ; • Étudier l'ensemble d'une procédure pour un patient et décrire comment les différentes parties du système qualité influent sur la qualité de la procédure. <p>Décrire le rôle que joue le système qualité durant le « cycle de vie » d'un appareil de médecine nucléaire.</p>
Sources de connaissances	<p>[1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Quality Management Audits in Nuclear Medicine Practices IAEA, Vienna (2008). http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1371_web.pdf</p> <p>[2] ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION, Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais, ISO/IEC 17025, deuxième édition, ISO, Genève (2005).</p> <p>[3] ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION, ISO 9000 / ISO 14000, Principes de management de la qualité, ISO. http://www.iso.org/iso/fr/iso_catalogue/management_and_leadership_standards/quality_management/qmp.htm?=#</p> <p>[4] ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION, Systèmes de management de la qualité – Exigences, ISO 9001:2008. http://www.iso.org/iso/fr/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=46486</p> <p>[5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Protection in Nuclear Medicine Part 9 Quality Assurance. http://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/Documents/TrainingNuclearMedicine/Lectures/RPNM_Part09_qa_WEB.ppt#1</p>
Module 4 – Développement professionnel et gestion	
Sous-module 4.4 - Vérification clinique	
Objectif	Comprendre la finalité, la conduite et l'analyse d'une vérification clinique
Conditions préalables	
Compétences visées	<p>Comprendre la nature, l'objectif et l'importance de la vérification clinique dans le contexte de la médecine nucléaire.</p> <p>Comme membre d'une équipe pluridisciplinaire, aptitude à contribuer efficacement à une vérification clinique en médecine nucléaire.</p>

Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Finalité de la vérification clinique en médecine nucléaire ; • Rôle du physicien médical dans la vérification clinique ; • Connaissance approfondie de la législation locale en matière de vérification clinique.
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Comprendre la finalité de la vérification clinique et ce qu'elle implique grâce aux sources de connaissances fournies ; • Bien connaître la législation locale en matière de vérification clinique ; • Rechercher des exemples pratiques de vérification clinique en médecine nucléaire ; • Consulter les documents de vérification nécessaires ainsi que d'autres sources afin de vérifier si le niveau en matière de physique médicale au sein d'un service de médecine nucléaire est suffisant ; • Pouvoir rassembler des informations de service sur les activités de physique médicale (par ex. documents sur l'AQ et l'étalonnage) avant le début d'une visite de vérification ; • Montrer les aspects pratiques des activités de physique médicale d'un service (par ex. l'AQ et l'étalonnage) à la demande d'un membre de l'équipe de vérification lors de sa visite ; • Réagir aux suggestions proposant de changer certaines pratiques professionnelles émises à la suite d'une visite de vérification.
Sources de connaissances	<p>[1] Proceedings of International Symposium on Practical Implementation of Clinical Audit for Exposure to Radiation in Medical Practices, Tampere, Finland, 24th-27th May, (2003). http://www.docstoc.com/docs/18599709/Proceedings2003-Implementation-of-Clinical-Audit-for-Exposure-to-radiation-in-medical-practices</p> <p>[2] COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, European Commission Guideline on Clinical Audit for Medical Radiological Practices (Diagnostic Radiology, Nuclear Medicine and Radiotherapy), European Commission, Luxembourg (2009). http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radiation_protection/doc/publication/159.pdf</p> <p>[3] FULLBROOK, A., WRIGHT, L., HALLAND, J., MORTON, R., Clinical Audit: Useful or a Waste of Time? Nuclear Medicine Communications 26 3 (2005) 294-295.</p> <p>[4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Quality Management Audits in Nuclear Medicine Practices, IAEA, Vienna (2008). http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1371_web.pdf</p> <p>[5] OFFICE OF EDUCATION AND TRAINING MEDICAL COUNCIL OF IRELAND, Criteria for Clinical Audit (2004).</p> <p>[6] PETERS, A.M. et al., Clinical audit in nuclear medicine, Nucl Med Commun 25 2 (2004) 97-103.</p>

MODULE 5 – ACHAT, RECETTE ET MISE EN SERVICE DES APPAREILS	
Objectif	Familiariser l'interne avec les procédures d'acquisition, de recette, d'essais de référence et de mise en service des appareils
Durée prévue	10 % de la durée totale du programme
Sous-modules	5.1 Acquisition et cycle de vie des appareils de médecine nucléaire 5.2 Recette des activimètres 5.3 Recette des détecteurs à scintillation et des compteurs puits 5.4 Recette et mise en service des gamma-caméras, des caméras SPECT et des scanners 5.5 Recette et mise en service des TEP-Scan
Ouvrages essentiels	[1] GRAY, J.E., MORIN, R.L., Purchasing Medical Imaging Equipment, Radiology 171 1 (1989) 9-16. [2] EARLY, P.J., SODEE, D.B., Principles and Practice of Nuclear Medicine, 2 nd edn, Mosby (1994). [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Medicine Resources Manual, IAEA, Vienna (2006). http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1198_web.pdf
Module 5 - Achat, recette et mise en service des appareils	
Sous-module 5.1 – Acquisition et cycle de vie des appareils de médecine nucléaire	
Objectif	Acquérir les compétences nécessaires pour établir le cahier des charges d'un nouvel appareil et pour apporter une aide sur la gestion des appareils de médecine nucléaire
Conditions préalables	Sous-module 2.5 Zones affectées à l'utilisation de substances radioactives non scellées Sous-module 2.6 Prise en compte des considérations relatives à la protection contre les rayonnements lors de la conception de nouvelles installations
Compétences visées	Comprendre les procédures de recette et de maintenance des appareils ainsi que de vérification de leurs performances à l'issue d'une maintenance. Capacité à effectuer des demandes budgétaires, à établir un cahier des charges et à acquérir un appareil adéquat via un appel d'offres.

<p>Connaissances clés</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Connaissance des questions qui concernent le choix des appareils (par exemple la technologie des appareils, leurs fonctionnalités, leurs performances, leur compatibilité, la formation, les services de maintenance, la fabrication et les services de fabrication, la livraison et l'installation et les procédures d'achat internes) ; • Bonne connaissance des produits actuels et des différences essentielles entre les technologies existantes ; • Construire un projet et une proposition de budget ; • Principes relatifs à la programmation des équipements : <ul style="list-style-type: none"> a) création d'un plan de développement b) considérations cliniques c) considérations techniques, y compris l'alimentation électrique et la mise à la terre d) planification de la maintenance e) limites de l'appareil f) flux de travail et limites g) agencement de la salle h) charge de travail et protection contre les rayonnements • Principes relatifs à l'acquisition des équipements : <ul style="list-style-type: none"> a) cahier des charges b) appel d'offres c) sélection des fournisseurs • Principes relatifs à l'installation des appareils, à la recette et à la mise en service : <ul style="list-style-type: none"> a) nécessité d'une supervision du processus d'installation b) rôle de la recette c) rôle de la mise en service • Principes relatifs à la supervision des équipements : <ul style="list-style-type: none"> a) programmes de contrôle de la qualité b) service après-vente et maintenance des appareils • Principes relatifs à la mise au rebut des équipements ; • Notion de cycle de vie d'un appareil.
<p>Sujets de formation recommandés</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Comprendre le processus de demande d'achat et d'acquisition de matériel ; • Examiner les besoins du service et établir un rapport sur : <ul style="list-style-type: none"> ○ la technologie des appareils ○ les fonctionnalités ○ les performances ○ la compatibilité ○ la formation ○ les services de maintenance ○ la fabrication et les services de fabrication ○ la livraison et l'installation ; • Procéder à : <ul style="list-style-type: none"> ○ une étude de marché sur les technologies des différents appareils ○ une évaluation des choix techniques ○ un examen des documents relatifs aux procédures d'achats ;

- Soumettre une proposition de projet et une demande budgétaire ;
- Établir, avec une équipe pluridisciplinaire :
 - le cahier des charges de l'appel d'offres
 - le rapport d'évaluation des offres
 - des recommandations pour les offres ;
- Plan de développement des appareils et rédaction d'un cahier des charges ;
- Programmation des équipements :
 - agencement des salles
 - détermination de la charge de travail et des obligations en matière de protection contre les rayonnements
- Acquisition des équipements :
 - élaboration des spécifications à partir de l'analyse des besoins
 - sélection des fournisseurs potentiels
 - sélection finale du fournisseur
 - négociation avec les fournisseurs afin d'obtenir le meilleur prix et le meilleur appareil ;
- Encadrer et conseiller le personnel technique afin de mener à bien un projet dans les délais impartis ;
- Assister à un cours sur :
 - la gestion du temps
 - la résolution des conflits
 - la gestion des performances ;
- Supervision de la maintenance des appareils ;
- Superviser la maintenance d'appareils de médecine nucléaire, notamment en :
 - contribuant à régler les dysfonctionnements des appareils pendant une certaine durée,
 - assumant la responsabilité de plusieurs appareils pendant un certain temps, y compris en servant de point de contact en cas de dysfonctionnement d'un appareil et en assurant la liaison avec les techniciens,
 - rédigeant un rapport et/ou en présentant au service de physique médicale des études de cas décrivant le dysfonctionnement de l'appareil, sa cause et les mesures de vérification nécessaires pour s'assurer de la précision des doses délivrées aux patients ;
- Comprendre les différences entre les appareils fabriqués par des entreprises différentes ;
- Réaliser des tests adéquats après la maintenance, l'étalonnage et la mise à niveau du logiciel, afin d'assurer la qualité de l'image et la sécurité des patients ;
- Principes relatifs à la mise au rebut des appareils :
 - participer à la planification du remplacement et de la mise au rebut d'un équipement
 - négocier des conditions favorables pour l'enlèvement du matériel ;
- S'assurer que l'enlèvement de l'appareil s'effectue dans les conditions adéquates compte tenu des matières dangereuses présentes dans l'équipement.

Sources de connaissances	<p>[1] GRAY, J.E., MORIN, R.L., Purchasing medical imaging equipment, Radiology 171 1 (1989) 9-16.</p> <p>[2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Quality Assurance for Radioactivity Measurement in Nuclear Medicine, Technical Reports Series No. 454, IAEA, Vienna (2006). http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS454_web.pdf</p>
	Module 5 - Achat, recette et mise en service des appareils
	Sous-module 5.2 - Recette des activimètres
Objectif	Bien connaître la procédure de recette pour un nouvel activimètre
Conditions préalables	<p>Sous-module 5.1 Acquisition et cycle de vie des appareils de médecine nucléaire</p> <p>Bonne connaissance du fonctionnement de base d'un activimètre</p> <p>Bonne connaissance des procédures du laboratoire chaud et des mesures de sûreté radiologique requises pour manipuler les sources utilisées dans le cadre des travaux expérimentaux</p>
Compétences visées	<p>Comprendre la procédure de recette d'un nouvel activimètre.</p> <p>Aptitude à effectuer la recette d'un activimètre.</p>
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Principe de fonctionnement de l'activimètre ; • Facteurs qui influent sur la précision de l'activimètre : <ul style="list-style-type: none"> ○ rayonnement naturel ○ géométrie de la source ○ position de la source ○ activité de l'échantillon ○ isotope mesuré ; • Utilisation de sources étalons ; • « Précision » et « fidélité » ; • Critères correspondant à des performances satisfaisantes ; • Action à mener si la recette de l'appareil est refusée ; • Comprendre les essais de référence effectués dans le cadre du CQ.
Sujets de formation recommandés	<p>Effectuer les tests suivants sur un activimètre :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspection physique ; • Précision et fidélité ; • Linéarité ; • Bruit de fond ; • Faire varier le volume de l'échantillon.
Sources de connaissances	<p>[1] EARLY, P.J., SODEE, D.B., Principles and Practice of Nuclear Medicine, 2nd edn, Mosby (1994).</p>

	<p>[2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Quality Assurance for Radioactivity Measurement in Nuclear Medicine, Technical Reports Series No. 454, IAEA, Vienna (2006). http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS454_web.pdf</p> <p>[3] VALLEY, J.F., BULLING, S., LERESCHE, M., WASTIEL, C., Determination of the efficiency of commercially available dose calibrators for beta-emitters, J Nucl Med Technol 31 1 (2003) 27-32.</p> <p>[4] Manuel d'utilisation de l'activimètre.</p>
Notes	Ce sous-module impose de manipuler des sources dont l'activité est élevée. Veuillez vous assurer que les procédures de sûreté radiologique applicables sont respectées afin de réduire au minimum les doses reçues par vous-même et par les autres membres du personnel. Il peut être utile de porter un dosimètre électronique individuel afin de connaître immédiatement la dose reçue.
	Module 5 - Achat, recette et mise en service des appareils
	Sous-module 5.3 – Recette des détecteurs à scintillation et des compteurs puits
Objectif	Bien connaître la procédure de recette d'un nouveau détecteur à scintillation ou d'un nouveau compteur puits
Conditions préalables	<p>Bonne connaissance du fonctionnement de base des détecteurs à scintillation et des compteurs puits</p> <p>Bonne connaissance des procédures du laboratoire chaud et des mesures de sûreté radiologique requises pour manipuler les sources utilisées dans le cadre des expériences</p>
Compétences visées	<p>Comprendre la procédure de recette d'un nouveau détecteur à scintillation ou d'un nouveau compteur puits.</p> <p>Aptitude à effectuer la recette d'un détecteur à scintillation ou d'un compteur puits.</p>
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Pièces et principes de fonctionnement des : <ul style="list-style-type: none"> ○ détecteurs à scintillation ○ compteurs à puits ; • Test du χ^2 ; • Tests de recette recommandés ; • Comprendre les essais de référence effectués dans le cadre du CQ.
Sujets de formation recommandés	<p>Effectuer les tests suivants sur un détecteur à scintillation et un compteur puits comme tests de recette et annuellement comme essais de référence :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspection physique ;

	<ul style="list-style-type: none"> • Test de fonctionnement de l'échelle de comptage et de l'horloge ou du débitmètre ; • Test de l'étalonnage en énergie ; • Test de la résolution en énergie (en % de la largeur à mi-hauteur) ; • Test de la sensibilité ; • Test de la précision de comptage (test du khi²) ; • Test de la linéarité de la réponse en énergie ; • Test du taux de comptage intégral du bruit de fond ; • Test de la linéarité de la réponse en fonction de l'activité ; • Test des réglages prédéfinis de l'analyseur.
Sources de connaissances	<p>[1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Medicine Resources Manual, IAEA, Vienna (2006). http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1198_web.pdf</p> <p>[2] KNOLL, G.F., Radiation Detection and Measurement, 3rd edn, John Wiley & Sons, New York (1999).</p> <p>[3] Manuel d'utilisation du détecteur à scintillation et du compteur puits.</p>
Module 5 - Achat, recette et mise en service des appareils	
Sous-module 5.4 - Recette et mise en service des gamma-caméras, des caméras SPECT et des scanners	
Objectif	Bien connaître le processus de recette des gamma-caméras, des caméras SPECT et des scanners
Conditions préalables	<p>Bien connaître la conception et les performances des gamma-caméras, des caméras SPECT et des scanners, qu'il s'agisse du matériel ou du logiciel</p> <p>Bien connaître les procédures de la radiopharmacie et les règles de sûreté radiologique à respecter pour manipuler les sources nécessaires au passage de la recette</p>
Compétences visées	<p>Comprendre la procédure de recette des gamma-caméras, des caméras SPECT et des scanners.</p> <p>Aptitude à effectuer la recette des gamma-caméras et des systèmes SPECT.</p>
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Normes relatives à la recette des gamma-caméras et des caméras SPECT ; • Performances indiquées par le fabricant ; • Interprétation des résultats de la recette ; • Critères d'acceptation des performances ; • Action à mener si la recette de l'appareil est refusée ; • Connaissances de base concernant la recette des scanners ; • Comprendre les essais de référence effectués dans le cadre du CQ.

Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Lire et connaître relativement bien le matériel pédagogique recommandé pour cette compétence ; • Concevoir une batterie de tests de recette à effectuer sur une gamma-caméra à l'issue de sa mise en service afin de vérifier si cette caméra est conforme aux performances indiquées par le constructeur ; • Effectuer la recette d'un système SPECT : <ul style="list-style-type: none"> ○ inspection mécanique ○ taille des pixels ○ centre de rotation ○ uniformité tomographique ○ résolution tomographique (dans l'air) ○ résolution tomographique (dans un milieu diffusant) ○ épaisseur de coupe ○ uniformité de la sensibilité rotationnelle ○ étude de l'ensemble des performances ; • Établir un rapport présentant les résultats de la recette, signalant les non-conformités (d'après les performances minimales indiquées par le constructeur) et indiquant si le système devrait ou non être accepté pour une utilisation de routine en imagerie clinique ; • Obtenir auprès des fournisseurs les spécifications applicables des gamma-caméras et des systèmes SPECT actuellement disponibles et les comparer aux documents fournis par le fabricant ; • Établir un document présentant en détail les tests de recette devant être effectués sur une caméra SPECT ; • Rédiger un compte rendu détaillé de résultats des tests de recette ; signaler les non-conformités (en fonction des critères que vous avez fixés à l'étape précédente) et indiquer si le système devrait ou non être accepté pour une utilisation de routine en imagerie clinique ; • Étudier si la caméra est conforme à des normes nationales ou locales relatives aux performances des gamma-caméras (s'il y en a) ; • Réaliser les essais de référence prévus chaque année ; comparer les résultats obtenus aux tests de recette afin de repérer tout changement ou altération ; • Suivre le déroulement de la recette d'un scanner.
Sources de connaissances	<p>[1] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, Rotating Scintillation Camera SPECT Acceptance Testing and Quality Control, AAPM Rep. 22, New York (1987). http://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_22.pdf</p> <p>[2] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, Quantitation of SPECT Performance, Report of AAPM Nuclear Medicine Committee Task Group 4, AAPM Rep. 52, New York (1995). http://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_52.pdf</p> <p>[3] BABICHEVA, R., BENNIE, N., COLLINS, L., GRUENEWALD, S., Parallel Hole Collimator Acceptance Tests for SPECT and Planar Studies, Australas Phys Eng Sci Med 20 4 (1997) 242-7.</p>

	<p>[4] BLOKLAND, J.A., CAMPS, J.A., PAUWELS, E.K., Aspects of Performance Assessment of Whole Body Imaging Systems, Eur J Nucl Med 24 10 (1997) 1273-83.</p> <p>[5] MURPHY, P.H., Acceptance Testing and Quality Control of Gamma Cameras, including SPECT, J Nucl Med 28 7 (1987) 1221-7.</p> <p>[6] NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION, NEMA Standards Publication NU 1-2001, Performance Measurements of Scintillation Cameras (2001).</p> <p>[7] Brochures et fiches techniques de la gamma-caméra fournies par le vendeur.</p>
	Module 5 - Achat, recette et mise en service des appareils
	Sous-module 5.5 – Recette et mise en service des TEP-Scan
Objectif	Acquérir une bonne connaissance du processus de recette des TEP-Scan
Conditions préalables	Bonne connaissance des principes de fonctionnement de base des TEP-Scan
Compétences visées	<p>Comprendre les procédures NEMA relatives à la recette des caméras TEP.</p> <p>Aptitude à effectuer :</p> <ol style="list-style-type: none"> a) la recette et la mise en service d'une caméra TEP, b) l'étalonnage du SUV et la vérification de la précision de cet étalonnage.
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Normes relatives à la recette d'une caméra TEP, par exemple la norme NU 2-2007 publiée par la NEMA ; • Performances indiquées par le fabricant ; • Interprétation des résultats de la recette ; • Critères d'acceptation des performances ; • Action à mener si la recette de l'appareil est refusée ; • Connaissances de base concernant la recette des scanners.
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Établir un rapport afin de comparer les différentes technologies utilisées pour la détection en coïncidence en TEP pour les examens corps entier ; • Cette comparaison doit porter sur les technologies suivantes : <ul style="list-style-type: none"> ○ gamma-caméras à détection de coïncidence ○ systèmes TEP utilisant le GSO ou le LYSO (par exemple le Gemini de Philips) ○ systèmes qui utilisent le BGO (par exemple la gamme Discovery de GE) ○ caméras qui utilisent le LSO (par exemple le Biograph de Siemens)

	<ul style="list-style-type: none"> ○ différences entre les systèmes TEP et les gamma-caméras hybrides ; ● Effectuer la recette d'un système TEP conformément à la norme Nu-2 2007 publiée par la NEMA ; <ul style="list-style-type: none"> ● Les aspects suivants des performances doivent être traités : <ul style="list-style-type: none"> ○ taux de comptage ○ résolution spatiale ○ corrections appliquées et précision quantitative ○ différence entre les acquisitions en mode 3D et en mode 2D pour ce qui est de la sensibilité, de l'activité injectée et de l'effet de l'activité en dehors du champ de vue ○ avantages respectifs des corrections d'atténuation effectuées grâce au scanographe et des autres corrections d'atténuation ○ norme NEMA adaptée à l'évaluation des performances pour les examens corps entier (NEMA 2001) ○ activité injectée dans le patient et phase de fixation ○ nombre d'examens possibles par heure et coût relatif des différents systèmes ; ● Suivre le déroulement de la recette d'un scanner ; ● Le SUV est un indice quantitatif, par conséquent la concentration d'activité au sein du patient doit être estimée en termes absolus grâce à un examen TEP ; <ul style="list-style-type: none"> ○ décrire toutes les corrections et tous les étalonnages qui doivent être effectués pour aboutir à des valeurs quantitatives ○ manière dont cela influe sur le CQ de routine de la caméra TEP ○ concevoir et décrire une expérience permettant de vérifier que le système TEP fournit des valeurs de concentration d'activité précises et que toutes les corrections et tous les étalonnages sont correctement appliqués.
Sources de connaissances	<p>[1] FAHEY, F.H., Data Acquisition in PET Imaging, J Nucl Med Technol 30 2 (2002) 39-49.</p> <p>[2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Quality Assurance for PET and PET/CT Systems, Human Health Series No. 1, IAEA, Vienna (2009). http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1393_web.pdf</p> <p>[3] NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION, NEMA Standards Publication NU-2-2007 Performance Measurements of Positron Emission Tomographs (2007).</p> <p>[4] VALK, P.E., BAILEY, D.L., TOWNSEND, D.W., MAISEY, M.N., Positron Emission Tomography. Basic Science and Clinical Practice, Springer (2003).</p> <p>[5] Site Web d'ImPACT (www.impactscan.org).</p>

MODULE 6 – MESURES DE RADIOACTIVITÉ ET DOSIMÉTRIE INTERNE	
Objectif	Donner à l’interne des connaissances théoriques et pratiques afin de pouvoir mesurer la radioactivité et effectuer des calculs de dosimétrie interne
Durée prévue	10 % de la durée totale du programme
Sous-modules	6.1 Utilisation d’étalons traçables pour les mesures de radioactivité 6.2 Théorie et pratique de la dosimétrie interne 6.3 Dose reçue en cas d’administration de radiopharmaceutiques à des fins diagnostiques 6.4 Valeurs quantitatives obtenues grâce à l’imagerie nucléaire 6.5 Dosimétrie personnalisée
Ouvrages essentiels	[1] CHERRY, S.R., SORENSON, J.A., PHELPS, M.E., Physics in Nuclear Medicine, 3 rd edn, WB Saunders, Philadelphia (2003). [2] KNOLL, G.F., Radiation Detection and Measurement, 3 rd edn, John Wiley & Sons, New York (1999). [3] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS, Absorbed-dose specification in Nuclear Medicine, ICRU Rep. 67, Bethesda, MD (2002). [4] MIRD pamphlets http://interactive.snm.org/index.cfm?PageID=2199&RPID=969 [5] SJOGREEN, K., LJUNGBERG, M., WINGARDH, K., MINARIK, D., STRAND, S.E., The LundADose Method for Planar Image Activity Quantification and Absorbed-Dose Assessment in Radionuclide Therapy, Cancer Biother Radiopharm 20 1 (2005) 92-97.
Module 6 - Mesures de radioactivité et dosimétrie interne	
Sous-module 6.1 - Utilisation d’étalons traçables pour les mesures de radioactivité	
Objectif	Acquérir les connaissances théoriques et pratiques nécessaires pour appliquer et comprendre les principes de l’assurance de la qualité relatifs aux mesures de la radioactivité en médecine nucléaire
Conditions préalables	Sous-module 7.2 CQ des activimètres Sous-module 7.3 CQ des détecteurs à scintillation et des compteurs puits
Compétences visées	Comprendre la chaîne de traçabilité utilisée pour mesurer l’activité des radionucléides en médecine nucléaire. Aptitude à appliquer les principes de l’assurance de la qualité et à estimer les incertitudes de mesure de la radioactivité en environnement clinique.

Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Traçabilité jusqu'aux étalons primaires ; • Incertitudes liées à la mesure de la radioactivité du contenu des flacons par rapport à la (aux) source(s) étalon(s) ; • Méthodes d'étalonnage croisé ; • Intercomparaisons.
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Effectuer les corrections de décroissance par rapport à la date de référence ; • Étudier la dépendance en volume pour les mesures effectuées avec l'activimètre ; • Examiner les essais de constance mis en œuvre sur des activimètres par des mesures répétées sur la source de contrôle et tracer une courbe de constance avec les résultats corrigés de la décroissance radioactive ; relever les éventuels écarts ou tendances ; • Analyser les incertitudes liées aux mesures de l'activité des radionucléides utilisés dans le cadre clinique ; • Effectuer des étalonnages croisés à l'aide des instruments de mesure disponibles au sein de l'établissement, par exemple des compteurs gamma à puits, des sondes gammas ou des détecteurs à semi-conducteur ; étudier les incertitudes pour chaque mesure ; • Participer à une intercomparaison des sources étalons avec d'autres établissements ; • Revoir ou mettre en place un programme d'assurance de la qualité adéquat pour les mesures de radioactivité.
Sources de connaissances	<p>[1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Quality Assurance for Radioactivity Measurement in Nuclear Medicine, Technical Reports Series No. 454, IAEA, Vienna (2006). http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS454_web.pdf</p> <p>[2] KNOLL, G.F., Radiation Detection and Measurement, 3rd edn, John Wiley & Sons, New York (1999).</p> <p>[3] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Basic Anatomical and Physiological Data for Use in Radiological Protection: Reference Values, ICRP Publication 89, Vol 32 No 3-4, Pergamon Press, Oxford and New York (2002).</p> <p>[4] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations Rep. 107, Ann. ICRP 38(3) (2008).</p>
Module 6 - Mesures de radioactivité et dosimétrie interne	
Sous-module 6.2 - Théorie et pratique de la dosimétrie interne	
Objectif	Acquérir les connaissances et les compétences nécessaires pour appliquer les règles classiques de calcul de la dosimétrie interne
Conditions préalables	Sous-module 1.2 Principes fondamentaux de la radiobiologie et de l'épidémiologie

Compétences visées	<p>Comprendre le modèle mis en place pour calculer la dose interne, y compris ses limites.</p> <p>Aptitude à calculer la dose absorbée par les organes selon le formalisme du MIRD et à en déduire la dose efficace.</p>
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Déterminer les paramètres physiques et biologiques utilisés pour calculer la dose absorbée ; • Choisir les méthodes de collecte des données adéquates ; • Déterminer les facteurs qui influent sur la dose absorbée par certains organes ; • Comprendre les études et la modélisation biocinétique, ainsi que les principes fondamentaux de l'analyse compartimentale ; • Comprendre le formalisme du MIRD afin de pouvoir calculer la dose absorbée et la dose efficace pour différents examens cliniques ; • Comprendre les incertitudes associées aux diverses étapes du calcul ; • Estimer la dose absorbée par le fœtus ; • Connaissances de base de la dosimétrie cellulaire (facultatif).
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Étudier les définitions de la dose absorbée, de la dose équivalente et de la dose efficace ; • Choisir plusieurs procédures de médecine nucléaire, y compris des procédures pédiatriques ; décrire les mesures nécessaires pour calculer l'activité cumulée dans un organe pour ces procédures ; expliquer comment ces mesures pourraient être réalisées en utilisant les appareils disponibles dans votre service ; présenter les incertitudes de mesure ; • En utilisant des données biocinétiques mesurées ou publiées, calculer l'activité cumulée dans les organes-sources importants pour les procédures choisies ; comparer les résultats obtenus avec les informations sur les doses fournies par l'entreprise qui distribue le radiopharmaceutique concerné ; • Rechercher dans les travaux publiés des exemples d'études pour lesquelles une dosimétrie individuelle a été effectuée ; relever les méthodes utilisées pour acquérir les données ; • Déterminer comment des examens cliniques réalisés à l'aide d'une caméra à scintillation peuvent être conçus afin de servir de base à une estimation de la dose absorbée ; quelles sont les données nécessaires et combien de mesures faut-il effectuer ? Quelles autres sources peuvent être utiles pour corroborer les données acquises ? • Étudier les travaux publiés qui concernent les estimations de la dose fœtale due à différents radiopharmaceutiques effectuées à l'aide de modèles cinétiques normalisés ; examiner tout particulièrement le cas d'une dose thyroïdienne fœtale après administration de radio-iode (iode 131) à un autre moment de la gestation ; effectuer aussi des recherches dans les publications existantes afin d'étudier comment la dose évaluée précédemment varie chez les patients hyperthyroïdiens ou souffrant d'athyroïdie.

Sources de connaissances	<p>[1] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, Radiolabelled Antibody Tumor Dosimetry (Reprinted from Medical Physics, Vol. 20, Issue 2), AAPM Rep. 40, New York (1993). http://www.aapm.org/pubs/reports/RPT_40.pdf</p> <p>[2] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, A Primer for Radioimmunotherapy and Radionuclide Therapy, AAPM Rep. 71, New York (2001). http://www.aapm.org/pubs/reports/RPT_71.pdf</p> <p>[3] CHERRY, S.R., SORENSON, J.A., PHELPS, M.E., Physics in Nuclear Medicine, 3rd edn, WB Saunders, Philadelphia (2003).</p> <p>[4] LOEVINGER, R., BUDINGER, T.F., WATSON, E.E., MIRD Primer for Absorbed Dose Calculations, Revised, The Society of Nuclear Medicine (1991).</p> <p>[5] SGOUROS, G., Dosimetry of internal emitters, J Nucl Med 46 Suppl 1 (2005) 18S-27S.</p> <p>[6] STABIN, M.G., Radiation Protection and Dosimetry: An Introduction to Health Physics, Springer (2007).</p> <p>[7] STABIN, M.G., BRILL, A.B., State of the Art in Nuclear Medicine Dose Assessment, Semin Nucl Med 38 5 (2008) 308-20.</p> <p>[8] RUSSELL, J.R., STABIN, M.G., SPARKS, R.B., WATSON, E.E., Radiation Absorbed Dose to the Embryo/Foetus from Radiopharmaceuticals, Health Physics 73 3 (1997) 756-769.</p> <p>[9] STABIN, M.G., WATSON, E.E., MARCUS, C.S., SALK, R.D., Radiation Dosimetry for the Adult Female and Foetus from Iodine-131 Administration in Hyperthyroidism, J Nucl Med 32 (1991) 808-813.</p>
	Module 6 - Mesures de radioactivité et dosimétrie interne
	Sous-module 6.3 - Dose reçue en cas d'administration de radiopharmaceutiques à des fins diagnostiques
Objectif	Acquérir les connaissances théoriques et pratiques nécessaires pour utiliser des tables de correspondances afin d'estimer la dose absorbée et la dose efficace résultant d'une procédure de médecine nucléaire diagnostique
Conditions préalables	Sous-module 6.2 Théorie et pratique de la dosimétrie interne
Compétences visées	<p>Comprendre les méthodes utilisées pour établir les tables qui permettent d'estimer la dose interne, y compris les incertitudes attendues pour différents types de patients.</p> <p>Aptitude à utiliser des tables éprouvées afin d'estimer la dose patient absorbée et efficace.</p>

Connaissances clés	1) Grandeurs et unités : <ul style="list-style-type: none"> • comprendre les notions de dose absorbée, de dose équivalente et de dose efficace mentionnées dans le rapport 60 de la CIUR, dans la publication 60 de la CIPR et dans la publication 103 de la CIPR • connaître les applications opportunes des différentes grandeurs (par exemple la dose équivalente pour les organes entiers, la dose efficace uniquement pour les effets stochastiques à faible dose) 2) Estimations des doses reçues : <ul style="list-style-type: none"> • importance qu'il y a à disposer de données biocinétiques correctes pour pouvoir déterminer la dose interne • examiner les variations des données biocinétiques avec l'âge, le sexe et la physiologie ou la pathologie et comprendre comment elles influent sur la dose interne • sources fiables de données de dosimétrie pour les radiopharmaceutiques génériques
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Lire et connaître relativement bien le matériel pédagogique recommandé pour cette compétence ; • Estimer la dose efficace et la dose équivalente dans des organes et des tissus spécifiques pour trois des procédures couramment utilisées dans le cabinet ou l'établissement où l'interne travaille ; • Pour l'une de ces procédures, analyser : <ul style="list-style-type: none"> - les variations de la dose absorbée avec le poids et l'âge du patient - la dose reçue par l'embryon/le fœtus chez des patientes enceintes en fonction du stade de la gestation - l'effet de physiologies inhabituelles comme une clairance rénale diminuée sur la dose absorbée - la dose estimée grâce à des niveaux de dose de référence et aux doses indiquées dans la notice du radiopharmaceutique utilisé • Établir un rapport de dosimétrie pour la procédure retenue.
Sources de connaissances	[1] MEDICAL INTERNAL RADIATION DOSE (MIRD) pamphlets. http://interactive.snm.org/index.cfm?PageID=2199&RPID=9691 [2] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals, Vol 18 nos. 1- 4, ICRP Publication 53, Pergamon Press, Oxford and New York (1988). [3] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals, ICRP publication 80 (Addendum 2 to ICRP Publication 53), Pergamon Press, Oxford and New York (1998). [4] LOEVINGER, R., BUDINGER, T.F., WATSON, E.E., MIRD Primer for Absorbed Dose Calculations, Revised, The Society of Nuclear Medicine (1991). [5] RADIATION INTERNAL DOSE INFORMATION CENTRE (RIDIC), various compendium. http://www.biores.org/dir/Medicine_Specialties/Nuclear_Medicine/

	Module 6 - Mesures de radioactivité et dosimétrie interne
	Sous-module 6.4 - Valeurs quantitatives obtenues grâce à l'imagerie nucléaire
Objectif	Acquérir les connaissances théoriques et pratiques nécessaires pour pouvoir obtenir des informations quantitatives à partir d'images de médecine nucléaire
Conditions préalables	Sous-modules 5.2, 5.3, 5.4, 9.1 et 9.4 (activimètres, détecteurs à scintillation et compteurs puits, gamma-caméras et caméras SPECT, utilisation d'une station de travail clinique d'acquisition et de traitement des données, techniques de traitement des images informatiques)
Compétences visées	Comprendre les principaux facteurs qui influent sur les mesures quantitatives en médecine nucléaire. Aptitude à acquérir des mesures quantitatives à partir d'exams 2D, SPECT et TEP.
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Principes fondamentaux de l'analyse d'images ; • Facteurs liés au patient, physiques et techniques qui influent sur la précision de la quantification de l'activité : facteurs anatomiques, physiologiques, qui dépendent du temps, liés aux instruments de mesure et au traitement des images ; • Estimation de l'activité à partir d'images en 2D ; • Démarches habituelles pour les examens SPECT quantitatifs ; • Quantification en SPECT et facteurs d'étalonnage de l'activité ou croisé.
Sujets de formation recommandés	<ol style="list-style-type: none"> 1) Validation des méthodes permettant d'estimer l'activité à partir d'images en 2D ; cette tâche peut comprendre : <ul style="list-style-type: none"> • un bilan des méthodes présentées dans les travaux publiés et le choix de la méthode adéquate, • la validation de la méthode retenue en utilisant un fantôme qui simule l'activité dans les poumons et le foie et tient compte de la faible densité des poumons ; 2) Effectuer un étalonnage et quantifier l'activité en SPECT : <ul style="list-style-type: none"> • étudier les méthodes de quantification de l'activité en SPECT et choisir la méthode qui peut être mise en œuvre compte tenu du matériel présent dans votre service • grâce à un fantôme uniforme, étalonner le système SPECT afin d'obtenir un facteur d'étalonnage qui permette de convertir les coups par voxel en activité par ml (par exemple en kBq/ml) • grâce à un fantôme uniforme distinct du fantôme d'étalonnage et dont la concentration d'activité est connue, valider la méthode que vous avez imaginée pour estimer l'activité absolue à l'aide de la SPECT ;

	<p>3) Étudier l'effet des paramètres d'acquisition (par exemple influence de la durée d'une projection, de la taille de la matrice et du nombre de projections sur le facteur d'étalonnage de l'activité) ;</p> <p>4) Concevoir et réaliser une expérience avec un fantôme qui montre l'effet du volume partiel sur la quantification de l'activité (peut être établi pour les examens en 2D ou en 3D).</p>
Sources de connaissances	<p>[1] MIRD Pamphlet No. 16: Techniques for quantitative radiopharmaceutical biodistribution data acquisition and analysis for use in human radiation dose estimates, J Nucl Med 40 (1999) 37S-61S.</p> <p>[2] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, Rotating Scintillation Camera SPECT Acceptance Testing and Quality Control, AAPM Rep. 22, New York (1987). http://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_22.pdf</p> <p>[3] BARNES, W.E., "In vivo quantitation of activity by planar imaging", Nuclear Medicine, (HENKIN, R.E. et al., Eds), Mosby-Elsevier, Philadelphia, PA (2006).</p> <p>[4] PARKER, J.A., Quantitative SPECT: Basic Theoretical Considerations, Sem Nucl Med 19 (1989) 3-12.</p> <p>[5] ROSENTHAL, M.S. et al., Quantitative SPECT Imaging: a Review and Recommendations by the Focus Committee of the Society of Nuclear Medicine Computer and Instrumentation Council, J Nucl Med 36 8 (1995) 1489-513.</p>
Module 6 - Mesures de radioactivité et dosimétrie interne	
Sous-module 6.5 – Dosimétrie personnalisée	
Objectif	Acquérir des connaissances théoriques et pratiques afin de comprendre quand une dosimétrie personnalisée est nécessaire et comment l'effectuer
Conditions préalables	Sous-modules 6.2 et 6.4 (Théorie et pratique de la dosimétrie interne, Valeurs quantitatives obtenues grâce à l'imagerie nucléaire)
Compétences visées	<p>Comprendre les outils et les règles à respecter pour effectuer une dosimétrie interne personnalisée.</p> <p>Aptitude à effectuer des calculs de dosimétrie personnalisée à partir d'images répétées et de mesures de la fixation.</p>
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Situations dans lesquelles une dosimétrie personnalisée est nécessaire ; • Outils utilisables pour effectuer une dosimétrie individuelle ; • Incertitudes associées et méthodes existantes pour les réduire (études par marquage, répétitions d'images, échantillonnage, etc.) ; • Processus suivi pour évaluer et approuver les propositions de recherche ; • Comparaison entre la dose absorbée due à des procédures diagnostiques nouvelles ou classiques et les contraintes de dose pour les expositions à des fins de recherche.

	<ul style="list-style-type: none"> • Comprendre comment suggérer à l'organisme de réglementation des recommandations sur l'orientation des patients ou un contrôle par un physicien médical indépendant selon le cas ;
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Donner des conseils sur la dosimétrie interne pour les procédures thérapeutiques et effectuer de telles mesures ; • Expliquer à une personne qui souhaite engager des recherches les contraintes de dose et d'autres recommandations, par exemple celles qui figurent dans le <i>Code of Practice on Exposure of Humans to Ionizing Radiation for Research Purposes</i> (ARPANSA, 2004/2005) ; • Vérifier de manière indépendante et corroborer une estimation de la dose de rayonnement reçue par un sujet dans le cadre de procédures classiques de médecine nucléaire diagnostique, y compris en imagerie bimodale, lors d'une étude de recherche ; • Autres procédures d'imagerie radiologique utilisées pour l'étude (de préférence en consultant le physicien médical spécialisé en radiodiagnostic) ; • Nouvelles procédures de médecine nucléaire diagnostique ou thérapeutique ; • Établir des rapports de dosimétrie pour des patientes enceintes ; • Lire l'une des publications relatives à la dosimétrie personnalisée qui fait partie des sources de connaissances et rédiger une brève synthèse sur la méthode utilisée pour estimer la dose absorbée.
Sources de connaissances	<p>[1] MEDICAL INTERNAL RADIATION DOSE (MIRD) pamphlets. http://interactive.snm.org/index.cfm?PageID=2199&RPID=9691</p> <p>[2] DEWARAJA, Y.K. et al., Accurate Dosimetry in 131I Radionuclide Therapy using Patient-specific, 3-dimensional Methods for SPECT Reconstruction and Absorbed Dose Calculation, <i>J Nucl Med</i> 46 5 (2005) 840-9.</p> <p>[3] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS, Absorbed-dose Specification in Nuclear Medicine, ICRU Rep. 67, Bethesda, MD (2002).</p> <p>[4] SGOUROS, G. et al., Patient-specific Dosimetry for 131I Thyroid Cancer Therapy using 124I PET and 3-dimensional-internal Dosimetry (3D-ID) software, <i>J Nucl Med</i> 45 8 (2004) 1366-72.</p> <p>[5] SGOUROS, G. et al., Patient-specific, 3-dimensional Dosimetry in Non-Hodgkin's Lymphoma Patients Treated with 131I-anti-B1 Antibody: Assessment of Tumor Dose-response, <i>J Nucl Med</i> 44 2 (2003) 260-8.</p> <p>[6] YORIYAZ, H., STABIN, M.G., DOS SANTOS, A., Monte Carlo MCNP-4B-based Absorbed Dose Distribution Estimates for Patient-specific Dosimetry, <i>J Nucl Med</i> 42 4 (2001) 662-9.</p>

MODULE 7 – CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DES APPAREILS DE MÉDECINE NUCLÉAIRE	
Objectif	Familiariser l'interne avec les procédures de contrôle de la qualité des appareils de médecine nucléaire
Durée prévue	15 % de la durée totale du programme
Sous-modules	7.1 Conception et supervision d'un programme de CQ de routine 7.2 CQ des activimètres 7.3 CQ des détecteurs à scintillation et des compteurs puits 7.4 CQ des gamma-caméras et des caméras SPECT 7.5 CQ des TEP-Scan 7.6 CQ des dispositifs d'affichage et d'impression 7.7 CQ des appareils DEXA
Ouvrages essentiels	[1] AMERICAN COLLEGE RADIOLOGY, ACR Technical Standard for Medical Nuclear Physics Performance Monitoring of Gamma Cameras (2008). [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Quality Assurance for PET and PET/CT Systems, Human Health Series No. 1, IAEA, Vienna (2009). http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1393_web.pdf [3] ZANZONICO, P., Routine Quality Control of Clinical Nuclear Medicine Instrumentation: a Brief Review, J Nucl Med 49 7 (2008) 1114-31. [4] AUSTRALIAN AND NEW ZEALAND SOCIETY OF NUCLEAR MEDICINE, Minimum Quality Control Requirements for Nuclear Medicine Equipment, Technical Standards Committee (1999). [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Quality Control Atlas for Scintillation Camera Systems, IAEA, Vienna (2003). http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1141_web.pdf [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Medicine Resources Manual, IAEA, Vienna (2006). http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1198_web.pdf [7] NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION, NEMA Standards Publication NU 1-2001, Performance Measurements of Scintillation Cameras (2001). [8] NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION, NEMA Standards Publication NU-2-2007, Performance Measurements of Positron Emission Tomographs (2007).

	Module 7 – Contrôle de la qualité des appareils de médecine nucléaire
	Sous-module 7.1 – Conception et supervision d'un programme de CQ de routine
Objectif	Comprendre et gérer tous les aspects d'un programme de contrôle de la qualité de routine en médecine nucléaire
Conditions préalables	Sous-module 4.2 Communication
Compétences visées	Comprendre les méthodes de mise en œuvre clinique et de supervision d'un programme de contrôle de la qualité. Pouvoir gérer un programme de CQ en étant notamment capable d'utiliser correctement des instruments de mesure, de choisir les tests à effectuer et de fixer la fréquence à laquelle ils seront réalisés.
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Principes du contrôle de la qualité ; • Dispositions réglementaires : <ul style="list-style-type: none"> ○ rôle et responsabilités du personnel engagé dans le programme de CQ ○ définition des groupes de professionnels requis pour réaliser les différents types de tests ○ contrainte d'encadrement ○ besoins de formation et formations effectuées ○ remise de rapports et tenue des dossiers • Tests de contrôle de la qualité : <ul style="list-style-type: none"> ○ types de tests ○ complexité des différents tests ○ applicabilité des tests ○ fréquence adéquate pour la réalisation des différents tests ○ utilisation de cartes de contrôle comprenant des niveaux requis et des limites d'intervention supérieures et inférieures
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Contribuer à la formation du personnel qui effectue les tests de CQ ; • Établissement : <ul style="list-style-type: none"> ○ des niveaux requis, ○ des limites d'intervention, ○ des cartes de contrôle, ○ des modalités de tenue des dossiers ; • Mettre en œuvre un programme de CQ portant sur : <ul style="list-style-type: none"> ○ les activimètres, ○ les détecteurs à scintillation et les compteurs puits, ○ les gamma-caméras, ○ les caméras SPECT, ○ le système TEP, ○ le scanner,

	<ul style="list-style-type: none"> ○ l'ostéodensitomètre, ○ les cartes de contrôle de la qualité appropriées ; • Réaliser un examen périodique du contrôle de la qualité avec d'autres membres du personnel : <ul style="list-style-type: none"> ○ réaliser les tests de contrôle de la qualité qui peuvent être effectués par un physicien médical ○ élaborer un programme de contrôle de la qualité ○ surveiller les tests de contrôle de la qualité réalisés par un manipulateur.
Sources de connaissances	<p>[1] AMERICAN COLLEGE RADIOLOGY, Nuclear Medicine Guidelines. http://www.acr.org/secondarymainmenucategories/quality_safety/guidelines.aspx</p> <p>[2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Quality Assurance for PET and PET/CT Systems, Human Health Series No. 1, IAEA, Vienna (2009). http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1393_web.pdf</p> <p>[3] ZANZONICO, P., Routine Quality Control of Clinical Nuclear Medicine Instrumentation: a Brief Review, J Nucl Med 49 7 (2008) 1114-31.</p> <p>[4] CHERRY, S.R., SORENSON, J.A., PHELPS, M.E., Physics in Nuclear Medicine, 3rd edn, WB Saunders, Philadelphia (2003).</p> <p>[5] CHRISTIAN, P., WATERSTRAM-RICH, K., Nuclear Medicine and PET/CT Technology and Technique, 6th edn, Mosby, St.Louis (2007).</p> <p>[6] CLASSE, J.M. et al., Prospective Comparison of 3 Gamma-probes for Sentinel Lymph Node Detection in 200 Breast Cancer Patients, J Nucl Med 46 3 (2005) 395-9.</p> <p>[7] GRANTHAM, V., Nuclear Medicine Instrumentation and Quality Control: A Review, in eradimaging (2007). http://www.eradimaging.com/site/article.cfm?ID=88</p> <p>[8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Quality Assurance for Radioactivity Measurement in Nuclear Medicine, Technical Reports Series No. 454, IAEA, Vienna (2006). http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS454_web.pdf</p> <p>[9] NICHOLS, K.J. et al., Instrumentation quality assurance and performance, J Nucl Cardiol 13 6 (2006) e25-41.</p> <p>[10] SOCIETY OF NUCLEAR MEDICINE, Performance and responsibility guidelines for NMT: revision 2003. Society of Nuclear Medicine Procedure Guidelines Manual (2003). http://interactive.snm.org/docs/pg_ch16_0803.pdf</p> <p>[11] STEVES, A.M., WELLS, P.C., Review of Nuclear Medicine Technology: Preparation for Certification Examinations, 3rd edn, Society of Nuclear Medicine, Reston, VA (2004). http://www.snm.org/index.cfm?PageID=10575</p> <p>[12] THE INTERSOCIETAL COMMISSION FOR THE ACCREDITATION OF NUCLEAR MEDICINE LABORATORIES, Standards for Nuclear Cardiology, Nuclear Medicine and PET Accreditation.</p>

	<p>[13] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Regulatory Guide 10.8 - Guide for the Preparation of Applications for Medical Use Programs (1987). http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/reg-guides/general/rg/10-008/</p> <p>[14] VOTAW, J.R., The AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents. Physics of PET, Radiographics 15 5 (1995) 1179-90.</p>
	Module 7 – Contrôle de la qualité des appareils de médecine nucléaire
	Sous-module 7.2 – CQ des activimètres
Objectif	Maîtriser toutes les procédures de contrôle de la qualité des activimètres nécessaires pour garantir la précision des mesures de radioactivité
Conditions préalables	Sous-module 5.2 Recette des activimètres
Compétences visées	<p>Comprendre les effets de la géométrie, de l'énergie et du type d'émission sur les mesures de la radioactivité.</p> <p>Aptitude à effectuer le CQ de base des activimètres, y compris le contrôle de la constance, du bruit de fond, de la linéarité et de la fidélité et à fixer les niveaux d'action adéquats.</p>
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Sens des termes suivants : linéarité de la réponse, constance, fidélité, dépendance géométrique ; • Comment effectuer les tests de CQ suivants : <ul style="list-style-type: none"> ○ inspection physique ○ contrôle visuel de l'alimentation haute tension ○ contrôle et ajustement du zéro électronique ○ contrôle du bruit de fond ○ constance ○ dépendance géométrique ○ précision et fidélité ○ linéarité de la réponse ; • Limites de tolérance • Fixation des niveaux d'action ; • Fréquence recommandée pour les contrôles ; • Importance de la tenue des dossiers ; • Création d'une carte de contrôle.
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Lire et connaître relativement bien le matériel pédagogique recommandé pour cette compétence ; • Examiner d'un œil critique les procédures de CQ des activimètres et les niveaux d'action en vigueur dans le service ; • Contrôler le bruit de fond et le zéro électronique ; • Effectuer un contrôle de la constance (dérive à long terme) ;

	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôler la linéarité (voir les notes ci-après) ; • Étudier l'effet de la géométrie sur la mesure de l'activité ; comparer l'activité mesurée dans un flacon et dans une seringue ; effectuer cette opération en utilisant un émetteur gamma pur (par exemple le ^{99m}Tc) et aussi un émetteur gamma qui émet également des rayons X caractéristiques (par exemple le ^{201}Tl) ; • Vérifier la reproductibilité des mesures sur différents appareils : <ul style="list-style-type: none"> ○ examiner et commenter les études sur les activimètres réalisées par la Sous-commission des normes techniques de l'Australian and New Zealand Society for Nuclear Medicine (voir http://www.anzsnm.org.au) ; • Examiner le problème de la mesure de l'activité des émetteurs gamma purs (par exemple le ^{90}Y ou le ^{89}Sr) et des émetteurs bêta qui émettent une quantité non négligeable de rayons gamma (par exemple le ^{153}Sm) par des activimètres classiques.
Sources de connaissances	<p>[1] AUSTRALIAN AND NEW ZEALAND SOCIETY OF NUCLEAR MEDICINE, Minimum quality control requirements for nuclear medicine equipment, Technical Standards Committee (1999).</p> <p>[2] AUSTRALIAN AND NEW ZEALAND SOCIETY OF NUCLEAR MEDICINE, Measurement of I-123 Activity in Dose Calibrators, Technical Standards Committee (1999). http://www.anzsnm.org.au/servlet/NM?page=47&name=TechnicalStandards#documents</p> <p>[3] ZANZONICO, P., Routine Quality Control of Clinical Nuclear Medicine Instrumentation: a Brief Review, J Nucl Med 49 7 (2008) 1114-31.</p> <p>[4] EARLY, P.J., SODEE, D.B., Principles and Practice of Nuclear Medicine, 2nd edn, Mosby (1994).</p> <p>[5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Quality Assurance for Radioactivity Measurement in Nuclear Medicine, Technical Reports Series No. 454, IAEA, Vienna (2006). http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS454_web.pdf</p> <p>[6] VALLEY, J.F., BULLING, S., LERESCHE, M., WASTIEL, C., Determination of the Efficiency of Commercially Available Dose Calibrators for Beta-emitters, J Nucl Med Technol 31 1 (2003) 27-32.</p> <p>[7] Mode d'emploi de l'activimètre utilisé dans le service de l'interne.</p>
Notes	<ul style="list-style-type: none"> • Ce sous-module impose de manipuler des sources dont l'activité est élevée ; veuillez vous assurer que les procédures de sûreté radiologique applicables sont respectées afin de réduire au minimum les doses reçues par vous-même et par les autres membres du personnel ; il peut être utile de porter un dosimètre électronique individuel afin de connaître immédiatement la dose reçue ; • Vous devrez modifier les réglages de l'activimètre ; assurez-vous de remettre les réglages à leurs valeurs antérieures afin de disposer de réglages corrects pour l'étalonnage ultérieur des doses cliniques ;

- Pour pouvoir contrôler la constance, le service doit disposer d'une source étalon à vie longue comme le ^{57}Co ou le ^{137}Cs ; si possible, examiner les données collectées auparavant dans le cadre du CQ ordinaire de l'activimètre avec la source étalon à vie longue ; si vous ne disposez pas d'une telle source, discutez du problème avec votre superviseur clinique ;
- Le contrôle de la linéarité est très important pour la mesure de l'activité des générateurs $^{99\text{m}}\text{Tc}$ de haute activité et des doses cliniques ; l'éluion la plus forte du générateur doit faire l'objet de mesures à intervalles réguliers jusqu'à ce que la radioactivité s'élève à $\sim 10 \text{ MBq}$ (\sim trois jours) ; sur du papier semi-logarithmique, tracer la courbe de l'activité en fonction du temps ; elle doit être linéaire ;
 - il conviendra de réfléchir au problème de l'obtention d'une source dont l'activité est suffisamment importante pour la mesure de la linéarité sans que cela ait de conséquences sur les sources radioactives utilisées pour les examens cliniques ; si le générateur est fourni au moins un jour avant son utilisation clinique (par exemple un générateur qui doit être utilisé le lundi est livré le vendredi), il peut être séparé dès qu'il arrive afin d'obtenir une source de haute activité qui peut faire l'objet de mesures sur les trois jours suivants au fur et à mesure que son activité diminue ; s'il est difficile de disposer d'une source pour ce test, discutez-en avec votre mentor ;
 - si vous ne disposez pas de source de haute activité, il faut utiliser, pour le test de linéarité, une source dont l'activité est au moins deux à trois fois supérieure à l'activité maximale des sources utilisées dans le cadre clinique ;
 - la sous-estimation de l'activité pour les valeurs d'activité les plus élevées qui résulte de la non-linéarité doit être calculée et il convient de déterminer si l'activimètre est adapté aux niveaux d'activité utilisés dans le service ;
 - vérifier si la courbe comporte des discontinuités, ce qui peut indiquer des changements de gain/de mesure correspondant à un changement de gamme de mesure de l'activité ;
 - ce test impose de manipuler des sources dont l'activité est élevée ; veuillez vous assurer que les procédures de radioprotection applicables sont respectées, notamment pour ce qui est du blindage, de la télémanipulation, etc. ; en cas de doute, consulter le responsable local de la radioprotection ;
 - il sera peut-être nécessaire d'effectuer certaines de ces mesures en dehors des heures de travail normales ou pendant le week-end ; veuillez vous assurer que vous respectez les consignes de votre service concernant la manipulation de sources radioactives en dehors des heures de travail normales.

	Module 7 – Contrôle de la qualité des appareils de médecine nucléaire
	Sous-module 7.3 – CQ des détecteurs à scintillation et des compteurs puits
Objectif	Maîtriser les procédures de contrôle de la qualité des détecteurs à scintillation et des compteurs puits
Conditions préalables	Bonne connaissance des procédures du laboratoire chaud et des mesures de sûreté radiologique relatives à la manipulation des sources radioactives
Compétences visées	<p>Comprendre les principes de fonctionnement des détecteurs à scintillation et des compteurs puits, ainsi que les procédures de CQ applicables.</p> <p>Aptitude à appliquer les procédures de CQ de base pour les appareils à scintillation non dotés d'un dispositif d'imagerie.</p>
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne connaissance des principes de base des détecteurs à scintillation et des compteurs puits ; • Comment effectuer les tests de contrôle de la qualité suivants : <ul style="list-style-type: none"> ○ inspection physique ○ fonctionnement de l'échelle de comptage et de l'horloge ou du débitmètre ○ étalonnage en énergie ○ résolution en énergie (en % de la largeur à mi-hauteur) ○ sensibilité ○ précision de comptage (test du χ^2) ○ linéarité de la réponse en énergie ○ taux de comptage intégral du bruit de fond ○ linéarité de la réponse en fonction de l'activité ○ réglages prédéfinis de l'analyseur • Limites de tolérance ; • Fixation des niveaux d'action ; • Fréquence recommandée pour les contrôles ; • Importance de la tenue des dossiers ; • Création d'une carte de contrôle.
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Lire et connaître relativement bien le matériel pédagogique recommandé pour cette compétence ; • Examiner d'un œil critique les procédures de CQ des détecteurs à scintillation et des compteurs puits ; • Effectuer les tests de CQ suivants décrits dans le document technique de l'AIEA n°602 : <ul style="list-style-type: none"> ○ inspection physique ○ fonctionnement de l'échelle de comptage et de l'horloge ou du débitmètre ○ étalonnage en énergie ○ résolution en énergie (en % de la largeur à mi-hauteur)

	<ul style="list-style-type: none"> ○ sensibilité ○ précision de comptage (test du khi²) ○ linéarité de la réponse en énergie ○ taux de comptage intégral du bruit de fond ○ linéarité de la réponse en fonction de l'activité ○ réglages prédéfinis de l'analyseur <ul style="list-style-type: none"> • Analyser les données obtenues lors du passage des tests ci-dessus et déterminer si les résultats ne dépassent pas les limites de tolérance ; • Proposer les actions correctives nécessaires si les résultats des tests sont insuffisants ; • Enregistrer les résultats ; • Créer une carte de contrôle.
Sources de connaissances	<p>[1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Quality Control of Nuclear Medicine Instruments, IAEA-TECDOC-602, IAEA, Vienna (1991). http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_602_web.pdf</p> <p>[2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Quality Assurance for Radioactivity Measurement in Nuclear Medicine, Technical Reports Series No. 454, IAEA, Vienna (2006). http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS454_web.pdf</p> <p>[3] ZANZONICO, P., Routine Quality Control of Clinical Nuclear Medicine Instrumentation: a Brief Review, J Nucl Med 49 7 (2008) 1114-31.</p> <p>[4] Voir également les références de la section 5.1.</p>
	Module 7 – Contrôle de la qualité des appareils de médecine nucléaire
	Sous-module 7.4 – CQ des gamma-caméras et des caméras SPECT
Objectif	Être capable d'effectuer et d'évaluer des procédures de CQ en SPECT
Conditions préalables	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne connaissance des principes de base de la conception des gamma-caméras et des principes d'acquisition et de reconstruction d'images en SPECT • Bonne connaissance de la gamma-caméra ou du système informatique utilisé dans le service où travaille l'interne et aptitude à acquérir et à reconstruire des examens SPECT • Bonne connaissance des procédures du laboratoire chaud et des mesures de sûreté radiologique relative à la manipulation des sources radioactives nécessaires aux expériences
Compétences visées	<p>Comprendre les procédures de CQ relatives aux appareils d'imagerie 2D et aux systèmes SPECT.</p> <p>Aptitude à effectuer et à évaluer des :</p> <p>a) procédures de CQ classiques en 2D, y compris celles qui concernent la résolution spatiale et l'uniformité (intégrale et différentielle)</p>

	<p>b) procédures de CQ classiques en SPECT, y compris celles qui concernent le centre de rotation, la résolution spatiale, l'uniformité en SPECT et la qualité de l'image tomographique.</p>
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Aptitude à mettre en place et à effectuer les expériences nécessaires ; • Aptitude à établir un compte rendu comprenant notamment une description et une présentation du dispositif expérimental, des résultats et des conclusions qui en ont été tirées ; • Comprendre la nécessité et les limites des procédures de CQ ; • Connaissance des principes physiques sous-jacents qui expliquent les résultats obtenus lors des expériences.
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Lire et connaître relativement bien le matériel pédagogique recommandé pour cette compétence ; • Examiner d'un œil critique les protocoles de CQ des gamma-caméras appliqués au sein du service en les comparant aux préconisations formulées dans un document de recommandation, par exemple celui qui a été établi par la Sous-commission des normes techniques de l'ANZSNM, <i>Minimum quality control requirements for nuclear medicine equipment</i> ; <ul style="list-style-type: none"> ○ rédiger un rapport sur vos observations contenant les recommandations à appliquer pour respecter les préconisations minimales en matière de CQ • Effectuer les tests de CQ en 2D suivants et rédiger le compte rendu correspondant en utilisant les recommandations établies à l'échelle nationale ou locale ou le document publié par la Sous-commission des normes techniques de l'ANZSNM : <ul style="list-style-type: none"> ○ uniformité quantitative à taux de comptage élevé <ul style="list-style-type: none"> ◆ étudier l'influence du nombre de coups total et de la taille de la matrice sur l'uniformité différentielle et sur l'uniformité intégrale ○ résolution spatiale intrinsèque ○ utiliser un fantôme à barres et une source ponctuelle de ^{99m}Tc ; la mesure doit permettre d'estimer la résolution sous forme de largeur à mi-hauteur ○ au lieu d'utiliser un fantôme à barres, si un fantôme à fentes est disponible, il est possible de s'en servir pour mesurer la largeur à mi-hauteur • Effectuer, en SPECT, les tests de CQ suivants et rédiger le compte rendu correspondant : <ul style="list-style-type: none"> ○ mesure du centre de rotation selon les instructions du fabricant ○ résolution spatiale en fonction du rayon de rotation <ul style="list-style-type: none"> ◆ effectuer deux acquisitions d'une source linéaire en SPECT : une au rayon de rotation minimal et une pour un rayon de rotation de 20 cm ◆ acquérir des images planaires pour chaque rayon de rotation ◆ reconstruire l'image 3D à partir des acquisitions SPECT et calculer la résolution spatiale en SPECT en fonction du rayon de rotation

- ◆ comparer la résolution en SPECT avec la résolution statique pour chaque rayon de rotation
- Uniformité en SPECT :
 - en SPECT, effectuer une acquisition sur un fantôme uniforme rempli de ^{99m}Tc
 - reconstruire les données en corrigeant l'atténuation
 - évaluer l'uniformité de l'image reconstruite du fantôme ; décrire les artefacts observés et fournir des estimations quantitatives des non-uniformités présentes sur les coupes reconstruites
- Qualité de l'image tomographique :
 - en SPECT, effectuer une acquisition sur un fantôme de Jaszczak rempli de ^{99m}Tc
 - comparer les images reconstruites avec les examens précédemment réalisés sur le même fantôme afin de vérifier que, s'agissant de l'uniformité tomographique, du contraste et de la résolution spatiale, l'appareil conserve les mêmes performances pour l'imagerie clinique

Comptes rendus

- Des comptes rendus précis doivent être rédigés pour chacune des tâches effectuées dans le cadre du présent sous-module. Ils doivent être correctement structurés et :
 - comprendre une partie portant sur les méthodes et décrivant le dispositif expérimental choisi, y compris des détails concernant les fantômes, l'activité des sources utilisées, la configuration de la caméra, les paramètres liés à l'acquisition des données, etc. ; si nécessaire, justifier la méthode expérimentale retenue (en expliquant par exemple pourquoi vous avez choisi une certaine taille de matrice ou de pixel, utilisé un fantôme peu courant, etc.) ; vous êtes également invité à y faire figurer des dessins ou des schémas du dispositif expérimental choisi
 - comprendre les méthodes de traitement d'images et d'analyse des données utilisées et leur justification, par exemple type de filtre de reconstruction, lissage, etc.
 - contenir une présentation des résultats de l'expérience ; ceux-ci doivent être correctement organisés et synthétisés afin de disposer d'une vue d'ensemble des performances de la gamma-caméra pour le test concerné
 - les résultats de votre expérience doivent être analysés en détail, notamment en les comparant aux résultats de test précédents s'ils existent (par exemple les résultats des tests de recette), en analysant les conséquences des écarts par rapport au protocole NEMA, l'influence des conditions d'imagerie sur les résultats (par exemple l'incidence du rayon de rotation sur la résolution en SPECT), en décrivant les limites du protocole expérimental, etc. ; l'argumentation doit être étayée par des références pertinentes ; il convient également de tirer des conclusions concernant la possibilité d'utiliser la gamma-caméra en environnement clinique compte tenu des résultats obtenus

- il est important que vous fassiez apparaître dans votre rapport que vous comprenez l'objectif, les principes sous-jacents et les limites de vos essais afin de montrer votre compétence dans ce domaine
- il est recommandé d'utiliser un cahier pour y consigner les détails et les résultats de l'expérience et pour les utiliser ultérieurement lors de la rédaction du compte rendu
- même si vous êtes censé chercher et mettre au point la méthode adéquate pour ces expériences par vous-même, il peut être utile de vérifier la pertinence de la méthode expérimentale envisagée avec votre superviseur, surtout pour les tests que vous connaissez mal.

- Points spécifiques à aborder dans vos comptes rendus :

Examen des procédures de CQ :

- Il peut y avoir des différences justifiées entre les procédures appliquées dans votre service et les recommandations formulées à l'échelle nationale ; de fait, les essais effectués peuvent même être plus pertinents pour l'appareil spécifique dont vous disposez ; si les tests s'écartent des recommandations locales ou nationales ou de celles qui ont été établies par la Sous-commission des normes techniques mais sont jugés adéquats, il faut le signaler et expliquer pourquoi les tests et les procédures actuels ne doivent pas être modifiés.

Uniformité quantitative à taux de comptage élevé :

- En fonction des résultats obtenus concernant l'influence du nombre de coups total et de la taille de la matrice sur l'uniformité, étudier si, dans la procédure actuellement en vigueur, la taille de la matrice et le nombre de coups total conviennent ; sinon, quels sont les changements à effectuer ?

Résolution spatiale intrinsèque :

- Étudier si la résolution mesurée est satisfaisante pour ce type de gamma-caméra ;
- Si un fantôme à barres a été utilisé pour estimer cette résolution, exposer les limites de cette méthode d'estimation de la largeur à mi-hauteur.

Tests de CQ en SPECT :

- Préciser si les mesures du centre de rotation se situent en dehors des limites mentionnées par le fabricant de la caméra ;
- Indiquer ce qui constitue une dégradation de la résolution tolérable entre les mesures en SPECT et en 2D pour la même distance (même rayon de rotation) ; vos mesures montrent-elles que la caméra respecte cette condition ? Si tel n'est pas le cas, quelle peut être la cause de la dégradation de résolution plus importante observée en SPECT ?

Uniformité en SPECT :

- Estimez-vous qu'une acquisition effectuée sur un fantôme uniforme en SPECT à taux de comptage élevé devrait être complètement exempte d'artefacts de non-uniformité ?
- Quel degré de non-uniformité serait tolérable ?
- Étudier l'effet du bruit de fond sur les artefacts de non-uniformité pour les examens à taux de comptage élevé pratiqués sur des fantômes par rapport à des examens cliniques effectués à un taux de comptage plus faible avec un bruit de fond plus élevé ;
- Se servir des informations qui figurent dans les ouvrages proposés et dans le manuel d'utilisation de votre gamma-caméra pour préparer et effectuer les mesures.

Fantômes et sources :

- Sauf mention contraire, le ^{99m}Tc doit être utilisé pour toutes les mesures ;
- L'activité de la source doit être adaptée au test à effectuer ; les valeurs conseillées pour l'activité et les taux de comptage applicables aux essais figurent dans le matériel pédagogique ;
- Les procédures de sûreté radiologique adéquates doivent être respectées afin d'éviter de contaminer le personnel et les appareils :
 - placer les fantômes et les sources sur des couches protectrices (par exemple des protections absorbantes) afin d'éviter de contaminer le matériel
 - s'assurer que les fantômes ne fuient pas ; faire un essai préalable avec un liquide non radioactif !
 - connaître et respecter toutes les directives locales en matière de sûreté radiologique
 - entreposer les fantômes et les sources dans des zones correctement blindées jusqu'à ce que la diminution de la radioactivité soit suffisante ;
- Si votre service ne dispose ni d'un fantôme à barres ni d'un fantôme à fentes, il peut être envisagé d'en emprunter à d'autres services ; examinez la question avec votre superviseur ;
- Des adaptations peuvent être nécessaires s'il n'est pas possible de disposer des fantômes adéquats :
 - pour l'uniformité en SPECT, une bouteille en plastique munie d'un bouchon à vis peut être suffisante
 - pour la résolution en SPECT, n'importe quel tube dont le diamètre intérieur est petit (< 2 mm) peut convenir à condition qu'il puisse être rempli et scellé ; exemples :
 - pipettes jetables de 1 ml ou tubes à hématocrite remplis et scellés des deux côtés avec de la pâte à modeler
 - fine rallonge de tube scotchée à une règle

Uniformité quantitative

- Étudier la norme NEMA relative à la mesure de l'uniformité intégrale et de l'uniformité différentielle ;

- Consulter les manuels d'utilisation des caméras pour savoir si vous disposez d'un logiciel pour évaluer l'uniformité quantitative à grand champ :
 - si un tel logiciel existe, applique-t-il la méthode de la NEMA ?
 - la NEMA fixe une taille de pixel et un nombre de coups minimal précis sur le pixel central pour le test d'uniformité ; dans le cadre de cet exercice, il vous est également demandé d'étudier l'incidence de la taille de la matrice et du nombre total de coups sur la valeur de l'uniformité mesurée
 - ◆ vérifier si le logiciel disponible permet d'étudier la variation de l'uniformité avec la taille de la matrice (certains logiciels refusent d'analyser les images lorsque la taille de la matrice est variable ou réduisent systématiquement l'image à une taille de 64x64 pixels avant analyse)
 - ◆ si un tel logiciel n'existe pas ou ne peut effectuer le type de mesures requises, on peut avoir recours aux modules d'extension de CQ d'ImageJ, lesquels permettent d'analyser l'uniformité des images ; pour plus d'informations, consulter les notes sur ces modules sur le site Web d'ImageJ (<http://rsbweb.nih.gov/ij>)

Uniformité en SPECT

- Le nombre de coups doit être suffisamment élevé afin d'éviter que le bruit de fond ne masque les uniformités ; consulter les ouvrages recommandés pour connaître le niveau de radioactivité adéquat des fantômes et la durée d'acquisition ;
- Les données doivent être reconstruites en corrigeant l'atténuation ; on peut supposer que l'atténuation au sein du fantôme est uniforme ; tous les systèmes SPECT médicaux doivent disposer d'une correction de l'atténuation ; si tel n'est pas le cas pour votre appareil, consulter votre superviseur ;
- il faudra mener des expériences avec des filtres de reconstruction pour trouver le meilleur compromis entre bruit et détection des non-uniformités ; il est déconseillé d'utiliser des filtres à pente raide (par exemple des filtres de Butterworth d'ordre élevé) et des filtres améliorant la résolution pour ces expériences ; en revanche, un filtre de Hann est adapté.

Résolution spatiale en SPECT

- Étudier les effets de paramètres comme la taille des pixels et le nombre d'itérations sur la résolution spatiale des images reconstruites ; régler les paramètres d'acquisition en conséquence (la résolution spatiale sera sans doute de 6-8 mm en termes de largeur à mi-hauteur pour un collimateur basse énergie haute résolution lorsque le rayon de rotation est minimal) ;
- La résolution en SPECT doit être mesurée sans diffusion ; par conséquent, la source linéaire doit être suspendue dans l'air et non placée sur la table d'examen ; à cette fin, on peut scotcher cette source à l'extrémité de la table ou au support de tête ;

	<ul style="list-style-type: none"> • Aligner la source sur l'axe de rotation ; • Étudier les principes de la reconstruction d'images en SPECT par rétroprojection filtrée et déterminer le filtre de reconstruction le plus adapté à l'évaluation de la résolution spatiale ; • La résolution spatiale des images de sources linéaires et ponctuelles peut être appréciée en mesurant la largeur à mi-hauteur sur un profil tracé sur l'image ; consulter la documentation de votre caméra pour savoir si vous disposez d'outils pour mesurer la largeur à mi-hauteur ; si tel n'est pas le cas, les modules d'extension de CQ d'ImageJ fournissent un outil de calcul de cette grandeur qui peut être utile ; pour plus d'informations, consulter les notes sur ces modules sur le site Web d'ImageJ (http://rsbweb.nih.gov/ij) ; <p>Qualité de l'image tomographique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comparer l'uniformité, le contraste et la résolution spatiale de l'image avec un examen similaire effectué auparavant (si possible au moment de l'installation de l'appareil) ; <p>Commenter les éventuelles différences entre ces paramètres.</p>
<p>Sources de connaissances</p>	<p>[1] AUSTRALIAN AND NEW ZEALAND SOCIETY OF NUCLEAR MEDICINE, Minimum Quality Control Requirements for Nuclear Medicine Equipment, Technical Standards Committee (1999).</p> <p>[2] FAHEY, F.H., Data Acquisition in PET Imaging, J Nucl Med Technol 30 2 (2002) 39-49.</p> <p>[3] GRAHAM, L.S., "Scintillation camera performance and quality control", Nuclear Medicine, (HENKIN, R.E. et al. (Eds)), Mosby, (2006).</p> <p>[4] ZANZONICO, P., Routine Quality Control of Clinical Nuclear Medicine Instrumentation: a Brief Review, J Nucl Med 49 7 (2008) 1114-31.</p> <p>[5] GROCH, M.W., ERWIN, W.D., Single-Photon Emission Computed Tomography in the Year 2001: Instrumentation and Quality Control, J Nucl Med Technol 29 1 (2001) 12-8.</p> <p>[6] HINES, H. et al., Recommendations for Implementing SPECT Instrumentation Quality Control. Nuclear Medicine Section-- National Electrical Manufacturers Association (NEMA), Eur J Nucl Med 26 5 (1999) 527-32.</p> <p>[7] NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION, NEMA Standards Publication NU 1-2001, Performance Measurements of Scintillation Cameras (2001).</p> <p>[8] Manuel utilisateur fourni par le fabricant pour la gamma-caméra utilisée.</p> <p>[9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Quality Assurance for SPECT Systems, Human Health Series, 6, IAEA, Vienna (2009). http://www.pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1394_web.pdf</p>

Notes	Ce sous-module impose de manipuler des sources radioactives. Veuillez vous assurer que les procédures de sûreté radiologique applicables sont respectées afin de réduire au minimum les doses reçues par vous-même et par les autres membres du personnel. Il peut être utile de porter un dosimètre électronique individuel afin de connaître immédiatement la dose reçue.
	Module 7 – Contrôle de la qualité des appareils de médecine nucléaire
	Sous-module 7.5 – CQ des TEP-Scan
Objectif	Acquérir une compétence dans le domaine des procédures de contrôle de la qualité de routine pour les TEP-Scan
Conditions préalables	<p>Sous-module 2.2 Expositions dues à des sources non scellées et risque de contamination,</p> <p>Sous-module 9.1 Utilisation d'une station de travail clinique d'acquisition et de traitement des données</p> <p>Sous-module 9.6 Reconstruction, recalage et fusion d'images et modélisation cinétique des traceurs</p>
Compétences visées	<p>Bonne connaissance des procédures de CQ de routine applicables aux TEP-Scan.</p> <p>Aptitude à appliquer des procédures de CQ de routine sur un TEP-Scan et à engager les actions correctives nécessaires lorsque les résultats du CQ font apparaître des problèmes concernant les performances de l'appareil.</p>
Connaissances clés	Comprendre les procédures de CQ nécessaires pour maintenir un TEP-Scan dans des conditions de fonctionnement optimales.
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Lire et connaître relativement bien le matériel pédagogique recommandé pour cette compétence ; • Synthétiser par écrit les procédures en vigueur dans le service de l'interne qui concernent le contrôle de la qualité de routine des TEP-Scan ; • Commenter par écrit les éventuelles différences entre ces procédures et celles qui figurent dans le document de l'AIEA <i>Quality Assurance for PET and PET/CT Systems</i> ; • Appliquer toutes les procédures de CQ de routine prévues pour le TEP-Scan au sein du service pendant au moins deux semaines sous le contrôle d'un responsable ; rédiger un compte rendu comprenant, pour chaque procédure : <ul style="list-style-type: none"> ○ l'objet de la procédure ○ les étapes de la procédure, en mentionnant notamment les éventuels fantômes utilisés et leur position ○ les paramètres évalués et la méthode d'évaluation ○ la fréquence à laquelle la procédure est effectuée

	<ul style="list-style-type: none"> ○ l'endroit où les résultats sont conservés et la manière d'y accéder pour les consulter ○ les résultats obtenus durant cette période ○ la manière dont ils ont été interprétés ○ les valeurs considérées comme satisfaisantes par le fabricant ○ les actions à engager lorsque les résultats se situent en dehors des limites de tolérance
Sources de connaissances	<p>[1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Quality Assurance for PET and PET/CT Systems, Human Health Series No. 1, IAEA, Vienna (2009). http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1393_web.pdf</p> <p>[2] ZANZONICO, P., Routine Quality Control of Clinical Nuclear Medicine Instrumentation: a Brief Review, J Nucl Med 49 7 (2008) 1114-31.</p> <p>[3] Manuel utilisateur fourni par le fabricant du système TEP, surtout les parties qui concernent les procédures de CQ de routine.</p> <p>[4] Documentation utilisateur consultable dans la salle TEP et décrivant les procédures de CQ de routine en TEP.</p>
Module 7 – Contrôle de la qualité des appareils de médecine nucléaire	
Sous-module 7.6 – CQ des dispositifs d'affichage et d'impression	
Objectif	Comprendre les facteurs qui influent sur la qualité des images affichées sur des écrans ou imprimées
Conditions préalables	Néant
Compétences visées	<p>a) Comprendre les procédures de contrôle de la qualité relatives aux dispositifs d'affichage et d'impression ;</p> <p>b) Connaissances des propriétés et de l'étalonnage des films et des autres types de support d'impression.</p> <p>Aptitude à effectuer le CQ des dispositifs d'affichage et d'impression.</p>
Connaissances clés	<p>Bonne connaissance des facteurs qui influent sur la qualité des images affichées sur des écrans ou imprimées, notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les propriétés et l'étalonnage des films et des autres types de support, • l'étalonnage des écrans, • les mires d'essais utilisées pour tester et étalonner les dispositifs d'affichage et d'impression, • l'incidence des paramètres de la fenêtre d'affichage et de l'échelle de gris sur l'affichage des images.

<p>Sujets de formation recommandés</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Lire et connaître relativement bien le matériel pédagogique recommandé pour cette compétence ; • Pour chaque station de travail dédiée à la médecine nucléaire du service, afficher une mire d'essai adéquate (par exemple une SMPTPE ou une TG18-QC) et : <ul style="list-style-type: none"> ○ suivre les étapes recommandées dans la source de connaissances n° 6 <i>Display Monitor Quality Assurance</i> afin d'estimer les performances des écrans ; pour chaque dispositif d'affichage évalué, établir une fiche de test adéquate afin de synthétiser les résultats obtenus ○ si vous disposez d'un densitomètre, imprimer la mire d'essai et mesurer les densités optiques des carrés gris sur le support imprimé obtenu ; étudier la linéarité entre la densité optique et l'intensité connue ○ si les impressions papiers et/ou les films sont en général obtenus en utilisant un reprographe laser, commenter : <ul style="list-style-type: none"> ○ la perte des niveaux de gris sur le support imprimé par rapport à l'image affichée ○ les différences de couleurs (en cas d'utilisation d'une imprimante couleur) entre le support imprimé et l'affichage sur l'écran ○ les expériences effectuées sur les paramètres du pilote de l'imprimante : l'impression peut-elle être améliorée en modifiant les paramètres de l'imprimante ? (remarque : noter les valeurs des paramètres initiaux avant d'effectuer le moindre changement afin que celles-ci puissent être facilement rétablies une fois cette tâche effectuée) • Sur une station de travail clinique en médecine nucléaire : <ul style="list-style-type: none"> ○ étudier l'incidence du choix de l'échelle de gris (par exemple linéaire, exponentielle, logarithmique, coefficient gamma différent) et de la modification des paramètres de la fenêtre d'affichage (diminution ou augmentation du niveau de fenêtre) sur l'image d'une mire d'essai et sur plusieurs images cliniques ○ choisir un examen clinique qui est en général affiché en couleurs (par exemple un examen cardiaque ou cérébral) et afficher les images avec la palette de couleurs que votre service utilise habituellement ; étudier l'incidence d'un changement de palette (y compris en échelle de gris) sur l'aspect des images ○ rédiger un bref compte rendu de vos conclusions • En utilisant les informations, les images et les outils qui figurent sur le site Web mentionné avec la source de connaissances n° 4, effectuer la procédure décrite pour le réglage de l'écran sur un ordinateur auquel vous avez accès (note : À NE PAS FAIRE sur l'ordinateur d'une station de travail de gamma-caméra) ; télécharger de préférence le logiciel QuickGamma et l'utiliser pour étudier la relation entre son réglage gamma et le réglage du noir sur votre écran ; <ul style="list-style-type: none"> ○ rédiger un bref compte rendu de vos expériences comprenant une estimation du gamma de l'écran
---	--

	<p>Comptes rendus</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les comptes rendus à rédiger pour chacune des tâches prévues pour cette compétence peuvent être moins formels que ceux qui sont demandés pour d'autres compétences ; il est possible d'y inclure des tableaux de résultat synthétisant les performances de l'écran, des résumés en style télégraphique de l'incidence de la correction gamma sur les images, etc. Toutefois, les documents écrits doivent toujours indiquer clairement les tâches effectuées et montrer que vous maîtrisez les domaines couverts par cette compétence.
Sources de connaissances	<p>[1] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, Assessment of Display Performance for Medical Imaging Systems, AAPM On-line Report 03, AAPM, College Park (2005). http://www.aapm.org/pubs/reports/OR_03.pdf Fichiers complémentaires disponibles sous : http://www.aapm.org/pubs/reports/OR_03_Supplemental/</p> <p>[2] AUSTRALIAN AND NEW ZEALAND SOCIETY OF NUCLEAR MEDICINE, Minimum Quality Control Requirements for Nuclear Medicine Equipment, Technical Standards Committee (1999).</p> <p>[3] CURRY, T., DOWDEY, J., MURRY, R., Christensen's Physics of Diagnostic Radiology, 4th edn, Lippincott Williams & Wilkins (1990).</p> <p>[4] KORAN, N., Making Fine Prints in your Digital Darkroom - Monitor Calibration and Gamma, (2004). http://www.normankoren.com/makingfineprints1A.html</p> <p>[5] NAWFEL, R.D., CHAN, K.H., WAGENAAR, D.J., JUDY, P.F., Evaluation of Video Grey-scale Display, Med Phys 19 3 (1992) 561-7</p> <p>[6] Display_Monitor_Quality_Assurance. http://www.acpsem.org.au/index.php/radiologydocuments/doc_download/36-image-display-systems.html</p> <p>[7] Mire d'essai SMPTE ou TG18-QC. La mire SMPTE est téléchargeable sur http://brighamrad.harvard.edu/research/topics/vispercep/tutorial.html et la mire TG18 sur http://www.duke.edu/~samei/tg18.html</p>
Module 7 – Contrôle de la qualité des appareils de médecine nucléaire	
Sous-module 7.7 – CQ des appareils DEXA	
Objectif	Acquérir les connaissances et les compétences permettant d'effectuer des tests de CQ sur des appareils d'absorptiométrie à rayons X en double énergie (DEXA)
Conditions préalables	Néant

Compétences visées	Comprendre le principe et le fonctionnement des appareils DEXA et l'importance du CQ et de l'étalonnage pour une utilisation correcte de ces appareils dans leur plage de fonctionnement normale. Aptitude à effectuer le CQ d'un appareil DEXA.
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Principes de la radiographie générale ; • Principes de l'absorptiométrie à rayons X en double énergie ; • Notion d'ostéodensitométrie ; • Pièces des appareils DEXA ; • Introduction élémentaire à l'ostéoporose, à la physiologie osseuse et aux facteurs de risque ; • Sûreté radiologique - blindage et doses patients ; • Modes d'acquisition ; • Étalonnage des fantômes ; • Plage de fonctionnement normale, précision et reproductibilité ; • Procédures pour le rachis (antéro-postérieur), un des fémurs ou les deux, le corps entier, l'avant-bras et la colonne vertébrale (latérale).
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Lire les sources de connaissances utiles et maîtriser convenablement les connaissances clés ci-dessus ; • Effectuer une étude radiologique sur un appareil DEXA ; • Réaliser un CQ de routine sur un ostéodensitomètre ; • Étalonner un ostéodensitomètre.
Sources de connaissances	<p>[1] Bone Densitometry: What is the Fundamental Basis - Tissue Interaction?</p> <p>[2] BLAKE, G.M., WAHNER, H.W., FOGELMAN, I., The Evaluation of Osteoporosis: Dual Energy X-ray Absorptiometry and Ultrasound in Clinical Practice, 2nd edn, Martin Dunitz, London (1999).</p> <p>[3] BONNICK, S.L., LEWIS, L.A., Bone Densitometry for Technologists, 2nd edn, Human Press, NJ, USA (2006).</p> <p>[4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Guidelines for the Use of DXA in Measuring Bone Density and Soft Tissue Body Composition: A Handbook Rep. TBA, Vienna (2010).</p>

MODULE 8 – RADIOTHÉRAPIE MÉTABOLIQUE	
Objectif	Acquérir des compétences sur des questions pratiques relatives à la radiothérapie métabolique et aux mesures de sûreté radiologiques requises en fonction du radionucléide utilisé lors du traitement
Durée prévue	10 % de la durée totale du programme
Sous-modules	8.1 Principes de la radiothérapie métabolique 8.2 Aménagement des installations de radiothérapie métabolique 8.3 Procédures de traitement 8.4 Sélection des radiopharmaceutiques en médecine nucléaire thérapeutique 8.5 Dosimétrie relative aux procédures de radiothérapie métabolique 8.6 Précautions de sûreté radiologique applicables à la radiothérapie métabolique
Ouvrages essentiels	[1] EMERALD CONSORTIUM, European Medical Radiation Learning Development (EMERALD), Student Training Workbook, Module 2, Physics of Nuclear Medicine, (2001). http://emitdictionary.co.uk/Emerald2/emit/Emerald2/nm_mod/workbook/nm_cover2.pdf [2] LELE, R.D., Principles And Practice Of Nuclear Medicine And Correlative Medical Imaging, Jaypee brothers Medical Publishers Ltd, New Delhi (2009). [3] MARTIN, A., HARBISON, S.A., An Introduction to Radiation Protection, 5 th edn, Oxford University Press (2006).
Module 8 - Radiothérapie métabolique	
Sous-module 8.1 - Principes de la radiothérapie métabolique	
Objectif	Comprendre les principes de la radiothérapie métabolique
Conditions préalables	Module 2 : Radioprotection
Compétence visée	Comprendre les principes de la radiothérapie métabolique
Connaissances clés	a) Principes : <ul style="list-style-type: none"> ○ fixation et rétention des radiopharmaceutiques ○ quantité de radiopharmaceutiques ○ rétention des radiopharmaceutiques ○ considérations relatives à la période physique ○ facteurs propres aux tissus qui influent sur la fixation des radiopharmaceutiques

	<p>b) Radionucléides à usage thérapeutique :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ émetteurs alpha ○ émetteurs bêta ○ effet Auger et processus d'émission d'électrons de Coster-Kronig <p>c) Dispositions et guides réglementaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ législation et orientations locales applicables à la radiothérapie métabolique
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Énumérer les effets secondaires du traitement des maladies thyroïdiennes par radio-iode ; • Classer les radionucléides utilisés en radiothérapie métabolique en fonction du type de rayonnement principalement émis ; • Étudier la législation et les orientations locales et les comparer aux recommandations de la CIPR et du MIRD en matière de radiothérapie métabolique ; • Décrire les caractéristiques physiques (avantages et inconvénients) d'un émetteur alpha, d'un émetteur bêta et d'un radionucléide émetteur d'électrons Auger utilisés à des fins thérapeutiques.
Sources de connaissances	<p>[1] HARBERT, J.C., ECKELMAN, W.C., NEUMANN, R.D. (Eds), Nuclear Medicine: Diagnosis and therapy, Thieme Medical Publishers, Inc, New York (1996).</p> <p>[2] LELE, R.D., Principles And Practice Of Nuclear Medicine And Correlative Medical Imaging, Jaypee brothers Medical Publishers Ltd, New Delhi (2009).</p>
Module 8 - Radiothérapie métabolique	
Sous-module 8.2 - Aménagement des installations de radiothérapie métabolique	
Objectif	Acquérir des connaissances sur l'aménagement des installations de radiothérapie métabolique
Conditions préalables	Module 1 : Connaissance de la réalité clinique Module 2 : Radioprotection
Compétences visées	<p>Comprendre les principes de blindage appliqués aux différents niveaux d'énergie des radionucléides utilisés à des fins thérapeutiques.</p> <p>Aptitude à concevoir une protection contre les rayonnements satisfaisante pour les différents niveaux d'énergie des radionucléides utilisés à des fins thérapeutiques.</p>
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Principes : <ul style="list-style-type: none"> ○ période effective attendue ○ principes de base de la radioprotection : durée, distance, blindage

	<ul style="list-style-type: none"> • Obligations et guides réglementaires : <ul style="list-style-type: none"> ○ législation et orientations locales applicables à l'aménagement des installations de radiothérapie métabolique • Aménagement physique : <ul style="list-style-type: none"> ○ Emplacement, par exemple l'installation doit être éloignée des zones d'accès au public et l'utilisation des murs extérieurs peut permettre de limiter le blindage nécessaire ○ durée d'hospitalisation attendue et débit de dose dû au patient attendu ○ voies d'excrétion des radionucléides utilisés ○ dose cible dans les zones accessibles au public (par exemple nécessité de disposer d'une douche et de toilettes dans chaque chambre, ainsi que d'un local d'entreposage des déchets) ○ contraintes de dose et objectifs du blindage ; on rencontre par exemple souvent une contrainte de 0,2 pour les expositions auxquelles sont soumis les professionnels de santé ○ atténuation possible grâce aux matériaux constituant le blindage pour les radionucléides utilisés • Gestion des déchets : <ul style="list-style-type: none"> ○ gestion des déchets produits par les patients en appliquant la méthode suivante : les déchets radioactifs sont entreposés jusqu'à ce que la radioactivité ait suffisamment diminué pour qu'ils puissent être éliminés de manière sûre dans l'environnement ○ élimination des déchets de l'hôpital par les eaux d'égout lorsque leur activité massique est jugée suffisamment faible par l'organisme de réglementation concerné
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Déterminer le niveau d'occupation des lieux voisins d'une salle de radiothérapie métabolique ; • Définir les caractéristiques des barrières de protection, c'est-à-dire les murs, les fenêtres, les portes, le sol, les plafonds, les écrans protecteurs et les dispositifs de blindage en radiothérapie métabolique ; • Déterminer les obligations liées au blindage pour d'autres sources de diffusion possibles, par exemple la plomberie et les prises électriques ; • Déterminer les signaux d'alerte adéquats à placer aux endroits nécessaires ; • Décrire la gestion d'un patient traité par radiothérapie métabolique ; • Déterminer l'activité maximale attendue, c'est-à-dire le nombre maximal de patients par an qui passent par la salle de traitement ; • Consigner par écrit toutes les hypothèses, modèles et spécifications à des fins de consultation ultérieure.
Sources de connaissances	<p>[1] DELACROIX, D., GUERRE, J.P., LEBLANC, P., HICKMAN, C., Radionuclide and Radiation Protection Data Handbook, 2nd edition (2002), Radiat Prot Dosimetry 98 1 (2002) 9-168.</p> <p>[2] DRIVER, I., PACKER, S., Radioactive Waste Discharge Quantities for Patients Undergoing Radioactive Iodine Therapy for Thyroid Carcinoma, Nucl Med Commun 22 10 (2001) 1129-32.</p>

	<p>[3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Quality Control of Nuclear Medicine Instruments, IAEA-TECDOC-602, IAEA, Vienna (1991). http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_602_web.pdf</p> <p>[4] LEUNG, P.M., NIKOLIC, M., Disposal of Therapeutic ¹³¹I Waste Using a Multiple Holding Tank System, Health Phys 75 3 (1998) 315-21.</p>
	Module 8 - Radiothérapie métabolique
	Sous-module 8.3 - Procédures de traitement
Objectif	Comprendre les protocoles de traitement et la logique de ce type de thérapie
Conditions préalables	Module 1 : Connaissance de la réalité clinique Module 2 : Radioprotection Module 6 : Mesures de radioactivité et dosimétrie interne
Compétences visées	Comprendre l'objectif, les principes et les procédures opérationnelles de la radiothérapie métabolique. Aptitude à gérer correctement les patients du point de vue de la sûreté radiologique, avant comme après administration du radionucléide.
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Principes : <ul style="list-style-type: none"> ○ mécanismes des différents types de fixation des radiopharmaceutiques utilisés en radiothérapie métabolique ○ biodistribution des radiopharmaceutiques ○ différents types de radiothérapie métabolique et caractéristiques des radiopharmaceutiques spécifiques utilisés dans ces thérapies ○ caractéristiques physiques des radionucléides ○ comprendre les notions de dose absorbée, de dose équivalente, de dose cumulée et de dose efficace ○ principes de la radioprotection (justification, optimisation et limitation) • Procédures à appliquer avant le traitement : <ul style="list-style-type: none"> ○ informer le patient et ceux qui l'accompagnent sur les mesures à prendre avant le traitement, pendant le traitement à domicile ou à l'hôpital et après la sortie de l'hôpital ○ déterminer si le traitement peut être administré en ambulatoire ou si le patient doit être hospitalisé et où la dose doit être administrée et étudier quelle(s) salle(s) peut (peuvent) accueillir les patients pour chaque type de traitement existant ○ s'assurer que le bon type de radiopharmaceutique et le bon niveau de radioactivité sont prescrits aux patients ○ veiller à ce que les équipes médicales disposent du matériel, des instruments de contrôle, des équipements de protection individuelle et des dosimètres nécessaires

	<ul style="list-style-type: none"> ○ aider le médecin nucléaire à fournir des informations sur les avantages et les risques de la procédure afin que le patient puisse donner son consentement éclairé ● Procédures de traitement : <ul style="list-style-type: none"> ○ gestion de la phase qui précède le traitement ○ protocoles et procédures ○ forme du radionucléide qui doit être administré au patient pour la thérapie ○ préparation et administration de la dose patient ○ planification des doses pour le traitement ○ calcul de la dose correspondant au radionucléide qui doit être administré au patient dans le cadre de sa thérapie ○ radiothérapie métabolique appliquée à des métastases distantes ○ gestion postopératoire en radiothérapie métabolique ○ établir une liste de vérification pour l'ensemble de la procédure ● Sortie du patient : <ul style="list-style-type: none"> ○ sécurité des autres membres de la famille après la sortie du patient ○ détermination de la date à laquelle le patient pourra retourner travailler ou circuler librement ○ cas où le lieu où retourne le patient n'est pas son domicile ● Conseils à long terme : <ul style="list-style-type: none"> ○ sur de futures grossesses ○ sur la cancérogenèse, par exemple les questions qui concernent le suivi et les soins post-traitement ○ sur les complications ou événements/symptômes probables qu'il faut connaître et surveiller
<p>Sujets de formation recommandés</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Lire et connaître relativement bien le matériel pédagogique recommandé pour cette compétence ; si des instructions, des informations et des protocoles pour les tâches énumérées ci-dessous existent déjà au sein du service, vous devrez les examiner d'un œil critique en les comparant aux recommandations nationales et internationales ; ● Établir une liste des thérapies métaboliques pratiquées en routine dans votre service ; présenter brièvement trois exemples de ce type de thérapie : une par voie orale, une par perfusion intraveineuse et une par injection intra-articulaire ; analyser la logique de la thérapie, la biodistribution du radiopharmaceutique, les propriétés du radionucléide, l'efficacité thérapeutique et les éventuels effets indésirables ; ● Établir, à l'attention du personnel de médecine nucléaire, un protocole relatif au déballage, à la dispensation, à l'étiquetage et à l'administration d'une dose thérapeutique à un patient pour une radiothérapie réalisée au sein de votre établissement ; ● Préparer des instructions pour les infirmières qui s'occupent d'un patient âgé traité à l'iode 131 pour thyrotoxicose et hospitalisé en chambre individuelle dans un service de gériatrie ; y inclure des informations sur les observations à effectuer, l'hygiène du patient, la gestion du linge, des repas et des déchets, les modalités d'accès pour

	<p>les visiteurs et le personnel de l'hôpital, les demandes d'examen médicaux, les fuites ou les épisodes d'incontinence, l'utilisation de dosimètres électroniques individuels et la portée des mesures effectuées avec ce type d'appareil ;</p> <ul style="list-style-type: none"> • En concertation avec un médecin nucléaire, rédiger une brochure d'information pour des patients traités à l'iode 131 pour un cancer de la thyroïde ; y inclure des éléments concernant la préparation de l'admission, ce qu'il faut faire à l'hôpital et les précautions à observer après la sortie, y compris pour ce qui est du retour au travail ou d'une éventuelle grossesse.
Sources de connaissances	<p>[1] CORMACK, J., TOWSON, J., FLOWER, M., "Radiation protection and dosimetry in clinical practice", Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment, (ELL, P., GAMBHIR, S. (Eds)), Churchill Livingstone (2004).</p> <p>[2] COMMISSION EUROPÉENNE, Radioprotection 97, Radioprotection à la suite d'une thérapie à l'iode 131 (expositions dues aux patients externes ou aux patients hospitalisés sortants) (1999). http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radiation_protection/doc/publication/097_fr.pdf</p> <p>[3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Quality Control of Nuclear Medicine Instruments, IAEA-TECDOC-602, IAEA, Vienna (1991). http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_602_web.pdf</p> <p>[4] Consulter les instructions locales, les brochures d'information et les protocoles utilisés en radiothérapie métabolique.</p>
Module 8 - Radiothérapie métabolique	
Sous-module 8.4 - Sélection des radiopharmaceutiques en médecine nucléaire thérapeutique	
Objectif	Acquérir des connaissances sur les principes fondamentaux de l'utilisation des radiopharmaceutiques dans le cadre de traitements
Conditions préalables	Module 2 : Radioprotection Module 6 : Mesures de radioactivité et dosimétrie interne
Compétences visées	<p>a) Comprendre les indications et les radiopharmaceutiques couramment utilisés à des fins thérapeutiques en médecine nucléaire ;</p> <p>b) Bonne connaissance du large éventail de maladies pour lesquelles on a recours à la radiothérapie métabolique et du choix du radionucléide adéquat en fonction du patient.</p>
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Principes : <ul style="list-style-type: none"> ○ principes généraux de la radiothérapie métabolique ○ période physique et période biologique (clairance)

	<ul style="list-style-type: none"> ○ grandeurs et unités associées aux rayonnements ○ dose efficace, dose équivalente et débit de dose absorbée • Sélection d'un radionucléide thérapeutique pour un traitement : <ul style="list-style-type: none"> ○ période radioactive ○ rayonnement absorbé localement ○ activité massique et forme chimique • Notion de radiothérapie métabolique : <ul style="list-style-type: none"> ○ optimisation de la dose délivrée et débit de dose pour les traitements par ablation ○ critères d'administration thérapeutique des radionucléides ○ calcul de la dose ablative • Sélection de radionucléides thérapeutiques pour différents types de maladies : <ul style="list-style-type: none"> ○ traitement du cancer de la thyroïde à l'iode 131 ○ traitement de la thyrotoxicose à l'iode 131 ○ traitements par MIBG marquée à l'iode 131 ○ traitement par lipiodol marqué à l'iode 131 ○ microsphères marquées à l'yttrium 90 ○ traitement des maladies myéloprolifératives au phosphore 32 ○ radiothérapie métabolique pour les métastases osseuses douloureuses ○ synovectomie radioactive du genou au silicate d'yttrium 90 ○ traitements par octréotide marqué à l'indium 111 ○ traitements par anticorps monoclonaux ○ autres procédures thérapeutiques
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Établir un aperçu clinique pour chaque procédure de traitement ; • Étudier les aspects techniques de la préparation et de la gestion du patient ; • Évaluer la dose administrée pour différents types de radiothérapie métabolique ; • Déterminer les avantages et les effets secondaires des thérapies ; • Déterminer les risques associés à la radiothérapie métabolique en analysant les effets des rayonnements.
Sources de connaissances	<p>[1] CORMACK, J., TOWSON, J., FLOWER, M., "Radiation protection and dosimetry in clinical practice", Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment, (ELL, P., GAMBHIR, S. (Eds)), Churchill Livingstone (2004).</p> <p>[2] COMMISSION EUROPÉENNE, Radioprotection 97, Radioprotection à la suite d'une thérapie à l'iode 131 (expositions dues aux patients externes ou aux patients hospitalisés sortants) (1999). http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radiation_protection/doc/publication/097_fr.pdf</p> <p>[3] LELE, R.D., Principles And Practice Of Nuclear Medicine And Correlative Medical Imaging, Jaypee brothers Medical Publishers Ltd, New Delhi (2009).</p>

Module 8 - Radiothérapie métabolique	
Sous-module 8.5 - Dosimétrie relative aux procédures de radiothérapie métabolique	
Objectif	Acquérir des connaissances sur l'estimation des doses absorbées en cas de recours à des procédures thérapeutiques qui utilisent des radionucléides
Conditions préalables	Module 1 : Connaissance de la réalité clinique Module 2 : Radioprotection Module 6 : Mesures de radioactivité et dosimétrie interne
Compétences visées	Comprendre les principes de la dosimétrie interne. Aptitude à calculer l'activité de la dose administrée en médecine nucléaire thérapeutique.
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Considérations générales sur la biocinétique et la dosimétrie : <ul style="list-style-type: none"> ○ sélection des radionucléides ○ sélection des organes et des tissus pour le calcul de la dose délivrée • Autres considérations : <ul style="list-style-type: none"> ○ dose administrée maximale qui respecte les règles de sûreté ○ dose fixe normalisée ○ dose ablative ○ lien entre thérapie et grossesse, par exemple la patiente doit être rassurée quant aux effets de la thérapie sur le fœtus et aux effets de la grossesse sur l'évolution des maladies
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Lire et connaître relativement bien le matériel pédagogique recommandé pour cette compétence ; • Calculer l'activité du ^{131}I qui doit être administré dans la thyroïde en utilisant des chiffres sur la fixation thyroïdienne (pour le patient concerné) et des données cliniques disponibles ; • Décrire les procédures étape par étape pour un patient traité pour hyperthyroïdie ; • Déterminer le niveau d'occupation des lieux voisins d'une installation de radiothérapie métabolique ; • Effectuer des calculs pour des patients qui doivent être traités en évaluant la fixation et la période biologique.
Sources de connaissances	<p>[1] BERMAN, M., BRAVERMAN, L.E., BURKE, J., Summary of Current Radiation Dose Estimates to Humans from I-123, I-124, I-125, I-126, I-130, I-131, and I-132 as Sodium Iodide, <i>J Nucl Med</i> 16 (1975) 857.</p> <p>[2] CORMACK, J., TOWSON, J., FLOWER, M., "Radiation protection and dosimetry in clinical practice", <i>Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment</i>, (ELL, P., GAMBHIR, S. (Eds)), Churchill Livingstone (2004).</p>

	<p>[3] HARBERT, J.C., ECKELMAN, W.C., NEUMANN, R.D. (Eds), Nuclear Medicine: Diagnosis and therapy, Thieme Medical Publishers, Inc., New York (1996).</p> <p>[4] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals, Vol 18 nos. 1- 4, ICRP Publication 53, Pergamon Press, Oxford and New York (1988).</p>
	Module 8 - Radiothérapie métabolique
	Sous-module 8.6 - Précautions de sûreté radiologique applicables à la radiothérapie métabolique
Objectif	Être capable d'effectuer une vérification de la sûreté radiologique des sources radioactives non scellées utilisées en radiothérapie métabolique
Conditions préalables	<p>Module 1 : Connaissance de la réalité clinique</p> <p>Module 2 : Radioprotection</p> <p>Module 6 : Mesures de radioactivité et dosimétrie interne</p>
Compétences visées	<p>Bonne connaissance :</p> <ol style="list-style-type: none"> a) de toutes les lois, lignes directrices et bonnes pratiques internationales qui permettent de garantir la sûreté radiologique avant, pendant et après administration d'une radiothérapie métabolique, b) des formes chimiques des radiopharmaceutiques thérapeutiques et de la manière dont celles-ci influent sur leur diffusion dans l'environnement lorsqu'ils sont excrétés par le patient ou en cas de fuite d'un récipient. <p>Aptitude à :</p> <ol style="list-style-type: none"> a) appliquer la réglementation relative à la radioprotection au personnel, aux patients et aux personnes du public concernées par la radiothérapie métabolique, b) communiquer avec le patient, le personnel et le public au sujet des risques associés à la manipulation des sources non scellées de haute activité.
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Principes : <ul style="list-style-type: none"> ○ principes fondamentaux de sûreté • Dispositions et lignes directrices réglementaires : <ul style="list-style-type: none"> ○ législation et lignes directrices locales applicables à la radiothérapie métabolique • Sûreté radiologique en radiothérapie métabolique : <ul style="list-style-type: none"> ○ conseiller le patient sur les mesures à prendre avant le traitement, pendant le traitement à domicile ou à l'hôpital et après la sortie de l'hôpital

	<ul style="list-style-type: none"> ○ surveillance de la radioactivité et précautions de sûreté radiologique ○ donner des instructions au personnel de salle concernant la surveillance du patient, la gestion du linge contaminé, des déchets alimentaires et d'autres objets, et les interventions en cas d'urgence médicale ○ expliquer au personnel de salle les précautions à observer pour leur propre sécurité et la sécurité des autres professionnels de santé et des visiteurs ○ donner des instructions au personnel de restauration, aux agents de service et aux techniciens de maintenance qui interviennent dans les chambres et dans les salles de bain ○ dispenser un radiopharmaceutique dont l'activité est située dans une fourchette de $\pm 10\%$ par rapport à l'activité prescrite et surveiller la manière dont il est administré au patient par le médecin ou le manipulateur ○ s'agissant de la radioactivité subsistant dans l'organisme, déterminer quand le patient pourra sortir de l'hôpital ○ radioprotection des travailleurs et des personnes du public ○ limites de dose pour les travailleurs et les personnes du public ○ surveillance de la radioactivité et documentation associée dans la procédure ○ aptitude à gérer les sources retirées du service et les déchets ○ contrôle des stocks de substances radioactives et gestion des déchets radioactifs
<p>Sujets de formation recommandés</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Lire et connaître relativement bien le matériel pédagogique recommandé pour cette compétence ; 2) Décrire les questions de sûreté et les précautions qui concernent les patients, le personnel et le public ; 3) Énumérer les maladies thyroïdiennes qui peuvent être traitées à l'iode 131 et les autres radionucléides utilisés en radiothérapie métabolique, par exemple le ^{89}Sr, le ^{32}P ou le ^{90}Y ; 4) Rédiger un guide de radioprotection pour les procédures mentionnées ci-dessus ; 5) Établir, à l'attention du personnel de médecine nucléaire, un protocole relatif au déballage, à la dispensation, à l'étiquetage et à l'administration d'une dose thérapeutique à un patient pour une radiothérapie réalisée au sein de votre établissement ; 6) Comparer les différences d'exposition professionnelle en fonction de la manière dont le radionucléide thérapeutique est utilisé ; 7) Évaluer les risques et recommander les précautions à prendre pour les femmes enceintes, les enfants et le personnel qui s'occupera du patient ; 8) Apprécier le risque radiologique dû aux patients qui subissent une radiothérapie métabolique pour les personnes du public ; 9) Rédiger une réponse officielle aux demandes d'information suivantes (pour un traitement à l'iode 131) ; dans chaque cas, fournir une estimation de la dose efficace, le risque correspondant et un ou plusieurs exemples d'exposition comparable et/ou de risque comparable :

	<ul style="list-style-type: none"> ○ pour un parent traité par radiothérapie métabolique et qui a un enfant de 5 ans ; ○ pour une mère enceinte qui doit subir une thérapie (dose reçue par la mère/le fœtus) ; ○ pour une interne enceinte qui s'inquiète de devoir travailler avec des patients traités en radiothérapie ; ○ pour une infirmière qui s'occupe d'un patient qui subit une radiothérapie métabolique.
Sources de connaissances	<p>[1] CORMACK, J., TOWSON, J., FLOWER, M., "Radiation protection and dosimetry in clinical practice", Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment, (ELL, P., GAMBHIR, S. (Eds)), Churchill Livingstone (2004).</p> <p>[2] COMMISSION EUROPÉENNE, Radioprotection 97, Radioprotection à la suite d'une thérapie à l'iode 131 (expositions dues aux patients externes ou aux patients hospitalisés sortants) (1999). http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radiation_protection/doc/publication/097_fr.pdf</p> <p>[3] INSTITUTE OF PHYSICAL SCIENCES IN MEDICINE, Radiation Protection in Nuclear Medicine and Pathology Rep. 63 (1991).</p> <p>[4] MOULD, R.F., Radiation Protection in Hospitals, IOP Institute of Physics (1985).</p> <p>[5] CHERRY, S.R., SORENSON, J.A., PHELPS, M.E., Physics in Nuclear Medicine, 3rd edn, WB Saunders, Philadelphia (2003).</p> <p>[6] COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION RADIOLOGIQUE, Recommandations 1990 de la Commission internationale de protection radiologique, Publication 60 de la CIPR, Pergamon Press (1993).</p> <p>[7] COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION RADIOLOGIQUE, Grossesse et irradiation médicale, Publication 84 de la CIPR, collection IPSN, EDP Sciences (2001).</p> <p>[8] http://www.orau.org/ptp/infores.htm#dosimetry</p>

MODULE 9 - INFORMATIQUE ET RÉSEAUX CLINIQUES	
Objectif	Acquérir les connaissances et les compétences nécessaires pour utiliser, mettre à niveau et gérer des systèmes informatiques cliniques, y compris les réseaux, et pour manipuler, analyser et traiter efficacement les images médicales dans différents formats
Durée prévue	10 % de la durée totale du programme
Sous-modules	9.1. Utilisation d'une station de travail clinique d'acquisition et de traitement des données 9.2. Administration d'un système informatique 9.3. Premier niveau d'assistance en cas de problème informatique 9.4. Techniques de traitement des images informatiques 9.5. Analyser des images en utilisant un langage de programmation de haut niveau (facultatif) 9.6. Reconstruction, recalage et fusion d'images et modélisation cinétique des traceurs 9.7. Formats de fichiers images couramment utilisés en médecine nucléaire 9.8. Réseaux informatiques, PACS, SIR et SIH 9.9. Validation des logiciels : simulations informatiques, fantômes et données cliniques
Ouvrages essentiels	[1] BARRET, H.H., SWINDELL, W.E., Radiological Imaging, Wiley, New York (1980). [2] BURGER, W., BURGE, M.J., Digital Image Processing: An Algorithmic Introduction using Java, Springer (2008). [3] BURGESS, M., Principles of Network and System Administration, 2 nd edn, J. Wiley & Sons (2000). http://digilib.umm.ac.id/files/disk1/338/jiptumpp-gdl-book-2009-markburges-16860-WILEY_.PDF [4] GELFAND, M.J., THOMAS, S.R., Effective Use of Computers in Nuclear Medicine, McGraw-Hill, New York (1988). [5] GONZALEZ, R.C., WOODS, R.E., Digital Image Processing, 3 rd edn, Prentice Hall (2007). [6] HUANG, H.K., PACS: Basic Principles and Applications, Wiley-Liss (1998). [7] KAK, A.C., SLANEY, M., Principles of Computerized Tomographic Imaging, IEEE Press, New York (1988). [8] LJUNGBERG M., S.S., KING M.A., Monte-Carlo Calculations in Nuclear Medicine, IOP Publishing, Bristol, Philadelphia (1998). [9] NATTERER, N., The Mathematics of Computerized Tomography, Wiley, New York (1986).

	Module 9 - Informatique et réseaux cliniques
	Sous-module 9.1 - Utilisation d'une station de travail clinique d'acquisition et de traitement des données
Objectif	Acquérir les connaissances et les compétences nécessaires pour exploiter des stations de travail cliniques d'acquisition et d'analyse ou de traitement des données d'une manière cohérente et efficace
Conditions préalables	<ul style="list-style-type: none"> • Connaissance de base des composants matériels et de l'architecture, principes sur lesquels reposent aujourd'hui la conception, les caractéristiques fonctionnelles et la mise en œuvre d'un système d'exploitation ; • Comprendre le rôle des systèmes informatiques dans l'acquisition et le traitement des données au sein d'un service de médecine nucléaire.
Compétences visées	<p>Comprendre les caractéristiques de base des systèmes d'exploitation et des logiciels cliniques qui permettent d'acquérir et de traiter des images.</p> <p>Aptitude à utiliser efficacement un système d'exploitation de station de travail et des logiciels cliniques de médecine nucléaire afin d'effectuer des tâches simples d'affichage d'images, de définir des protocoles d'acquisition, de réaliser différents types d'examen, d'effectuer des manipulations, une analyse et un traitement de base pour les types habituels de données cliniques et de transférer et d'archiver des données cliniques.</p>
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Connaître les composants matériels essentiels d'une station de travail et savoir se servir efficacement d'une souris, d'un clavier, des fenêtres, des menus, des raccourcis, des utilitaires et de l'aide ; • Connaissance fonctionnelle des systèmes d'exploitation existants (par exemple Windows, Unix, Linux et Mac OS) : sujets relatifs à la conception et la mise en œuvre, utilisation de fichiers et de répertoires, partitions, amorçage du système, analyse d'un processus, multitraitement, systèmes multitâches, techniques de gestion de la mémoire, ordonnancement des processus ; • Comprendre les principes fondamentaux nécessaires pour concevoir des protocoles d'imagerie clinique : fenêtres statiques, dynamiques, à double marquage isotopique et à énergies multiples, imagerie synchronisée, corps entier, SPECT, TEP ; • Connaître les tâches de base d'affichage et de manipulation des images : réglage de la luminosité et du contraste, présentation, choix de la palette de couleurs, interpolation, redimensionnement, recadrage, remplissage, décalage, annotation, capture d'images vidéo, etc. • Connaissances fonctionnelles et compétences pratiques en analyse et traitement d'images : définition et traitement de la région d'intérêt, tracé et analyse de courbes, généralités sur le filtrage spatial et temporel, transformations géométriques (opérateurs), reconstruction de l'image tomographique en choisissant les bons paramètres, caractéristiques essentielles des postes de traitement d'images ;

	<ul style="list-style-type: none"> • Procédures de base relatives au transfert des données et à l'archivage des images à court et moyen terme.
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Lire les documents relatifs au système d'exploitation des stations de travail : consignes d'utilisation, manuels, guides ou autres documents qui accompagnent les stations de travail installées ; • Se familiariser avec les paramètres relatifs à l'affichage des images et avec les moyens de les modifier ; • Se familiariser avec différents protocoles d'acquisition ou de traitement et acquérir une connaissance suffisante du rôle des différents paramètres d'acquisition qui peuvent être modifiées via l'interface graphique ; • Dessiner un diagramme en arbre des menus afin d'avoir un aperçu général des possibilités de la station de travail ; • Étudier et tester le transfert et l'archivage de données cliniques ; • S'exercer aux tâches énumérées dans la section compétences ci-dessus en s'appuyant sur des manuels et/ou des utilisateurs expérimentés si nécessaire afin de maîtriser chacune de ces tâches.
Sources de connaissances	<p>Spécifiques :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Manuels et guides utilisateur fournis par le fabricant ; 2) Manuels relatifs aux systèmes d'exploitation ; 3) Consignes utilisateurs et protocoles élaborés en interne. <p>Manuels et références générales :</p> <ol style="list-style-type: none"> [1] ELL, P., GAMBHIR, S. (Eds), Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment, 3rd edn., Vol. Section 8, chapter 131, Churchill Livingstone (2004). [2] GELFAND, M.J., THOMAS, S.R., Effective Use of Computers in Nuclear Medicine, McGraw-Hill, New York (1988). [3] HENKIN, R.E. et al. (Eds), Nuclear Medicine, Mosby-Elsevier, Philadelphia, PA (2006). [4] LEE, K.H., Computers in Nuclear Medicine: A Practical Approach (2005).
Module 9 - Informatique et réseaux cliniques	
Sous-module 9.2 – Administration d'un système informatique	
Objectif	Être capable d'effectuer les tâches d'administration système nécessaires au bon fonctionnement des systèmes informatiques cliniques de médecine nucléaire
Conditions préalables	Sous-module 9.1 Utilisation d'une station de travail clinique d'acquisition et de traitement des données
Compétences visées	Connaître le rôle de l'administrateur d'un système informatique et les commandes, outils et utilitaires indispensables au bon fonctionnement des systèmes informatiques cliniques.

	<p>Aptitude à effectuer les tâches d'administration système nécessaires comme la planification, l'installation, le support et la maintenance du matériel informatique, des systèmes d'exploitation, des logiciels cliniques et du réseau.</p>
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Connaissance des composants matériel et compréhension approfondie de leur fonctionnement et de leur rôle : type et caractéristiques du processeur, carte mère, cartes d'entrées-sorties, connecteurs de bus, mémoire vive, disques et partitions des disques, périphériques, alimentation électrique, etc. ; • Connaissances pratiques des différents types et version des logiciels : système d'exploitation, logiciels cliniques et aspects réseaux ; décrire la configuration du système ; • Installation et personnalisation correctes du système d'exploitation, procédures adéquates de démarrage et d'arrêt, détermination de l'utilisation processeur et mémoire de processus individuels, contrôle de l'espace disque disponible, contrôle des erreurs disque, nettoyage et défragmentation ; • Connaître et utiliser efficacement les droits administrateurs : ajout ou modification d'un utilisateur ou d'un groupe, notions de propriété et d'autorisations et préférences utilisateur ; • Déterminer correctement l'espace occupé par des fichiers et des répertoires individuels, détecter les fichiers récemment créés ou modifiés, compresser et décompresser des fichiers et des répertoires ; • Comprendre les procédures qui permettent une vérification élémentaire des connexions réseau ; • Installer, configurer et dépanner une imprimante ; • Effectuer une sauvegarde et une restauration du système, ainsi qu'une extraction et une récupération d'images ; • Imprimer des fichiers.
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Lire les documents de référence essentiels sur l'administration des systèmes informatiques qui s'appliquent au système informatique existant ; • Obtenir des détails sur le matériel informatique et sur la configuration logicielle et établir un compte rendu contenant une description structurée de ces éléments ; • Discuter avec l'administrateur système de chacune des tâches suivantes, lire les ouvrages de référence correspondants et, après les avoir effectuées de manière autonome ou en étant encadré, rédiger un bref document portant sur trois des tâches suivantes au choix : i) démarrage et arrêt du système informatique ; ii) installation et mise à jour du système d'exploitation ou modification fine de sa configuration pour les besoins spécifiques d'un logiciel clinique ; iii) création, suppression et gestion des comptes et des groupes ; iv) étude de la réparation et de la récupération du système ; v) accès à la documentation du système et à la documentation propre au service ; vi) consultation des droits administrateurs et des droits d'un utilisateur qui appartient à un certain groupe ; vii) étude de l'installation et de la suppression de périphériques ;

	<p>viii) compréhension des paramètres qui concernent la configuration de l'imprimante ; ix) étude de la sauvegarde et de la restauration du système ; x) installation, configuration ou mise à jour d'un antivirus ;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consulter les ressources ci-après (ou l'administrateur système si aucune information n'est disponible) afin d'obtenir des éléments sur chacune des tâches de la liste ; effectuer les tâches suivantes et décrire la procédure suivie dans chaque cas : i) vérification de la quantité d'espace disque disponible et nettoyage (défragmentation, compression) ; ii) détermination de l'espace occupé par des fichiers et des répertoires individuels ; iii) détection des fichiers récemment créés ou modifiés ; iv) détermination de l'utilisation processeur et mémoire de processus individuels ; v) compréhension et interprétation des fichiers journal système ; vi) connexion au système depuis un ordinateur distant ; vii) étude de la procédure qui permet de vérifier la connectivité réseau et des moyens d'effectuer un diagnostic du réseau (par exemple Ping ou Traceroute) ; • Établir un bref compte rendu synthétisant l'étendue des tâches d'un administrateur système dans une organisation donnée (unité, section ou service de médecine nucléaire) et qui distingue ses fonctions spécifiques de celles d'un administrateur réseau ou sécurité (analyste/spécialiste) et de celles d'un administrateur de base de données ; • Rédiger un document technique décrivant les procédures utilisées pour sauvegarder et restaurer les systèmes informatiques dans le service de médecine nucléaire où travaille l'interne ; • Étudier les avantages et les limites des procédures de sauvegarde système ci-dessus en citant d'autres procédures et technologies qui pourraient présenter un intérêt quant à la facilité d'utilisation, l'efficacité ou le coût par rapport aux procédures existantes ; • Établir un rapport qui montre des connaissances sur les langages de script existants et décrire le système d'exploitation et le langage de script retenu, les utilisations habituelles des scripts, les règles syntaxiques et lexicales, les arguments de ligne de commande, les variables, les substitutions de commandes, les constructions de boucles et de processus de décision et les outils de script.
<p>Sources de connaissances</p>	<p>Spécifiques : Documentation utilisateur fournie par le vendeur (y compris les manuels en ligne), documents relatifs au matériel et documentation destinée aux administrateurs systèmes.</p> <p>Manuels et références générales :</p> <p>[1] BURGESS, M., Principles of Network and System Administration, 2nd edn, J. Wiley & Sons (2000). http://digilib.umm.ac.id/files/disk1/338/jiptummpg-gdl-book-2009-markburgess-16860-WILEY_.PDF</p> <p>[2] FRISCH, Æ., Essential Systems Administration, 3rd edn, O'Reilly (2001).</p> <p>[3] HUNT, C., TCP/IP Network Administration, O'Reilly and Associates (2002).</p>

	<p>[4] LIMONCELLI, T.A., HOGAN, C., CHALUP, S.R., The Practice of System and Network Administration, 2nd edn, Addison-Wesley (2007).</p> <p>[5] MUELLER, S., Upgrading and Repairing PCs, 18th edn (2007).</p> <p>Références Internet :</p> <p>[1] Backups and Disaster Recovery, The PC Guide. http://www.pcguides.com/care/bu/index.htm</p> <p>[2] Antivirus, pare-feu et logiciels espions, l'essentiel de la sécurité informatique pour tous. http://www.antivirus-firewall-spyware.com/computer-virus-resources.html</p> <p>[3] Informations concernant les technologies matérielles utilisées dans les ordinateurs (http://www.pctechguide.com). Pour les disques, par exemple : http://www.pctechguide.com/04disks.htm.</p>
	Module 9 - Informatique et réseaux cliniques
	Sous-module 9.3 - Premier niveau d'assistance en cas de problème informatique
Objectif	Étendre les connaissances acquises sur les bases de l'informatique et les tâches d'administration système afin de pouvoir résoudre les problèmes informatiques courants
Conditions préalables	<p>Sous-module 9.1 Utilisation d'une station de travail clinique d'acquisition et de traitement des données</p> <p>Sous-module 9.2 Administration d'un système informatique</p>
Compétences visées	<p>Comprendre les causes possibles du dysfonctionnement d'un système informatique.</p> <p>Aptitude à :</p> <ol style="list-style-type: none"> a) reconnaître et à résoudre rapidement les problèmes courants relatifs au matériel et aux logiciels informatiques et aux réseaux, b) concevoir, planifier et mettre en œuvre la maintenance préventive d'un système informatique.
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Comprendre et adopter des mesures de maintenance importantes pour le système d'exploitation, les données, les logiciels cliniques et le matériel informatique ; • Reconnaître et distinguer correctement les catégories de problèmes informatiques susmentionnées ; • Détecter les signes de problèmes matériels croissants ; • Appliquer les instructions et les protocoles pertinents afin de diagnostiquer et de résoudre chaque catégorie susmentionnée de problème, en faisant intervenir d'autres membres du personnel et des prestataires de services externes si nécessaire ; • Bien connaître les qualités et les défauts des systèmes d'exploitation et des applications logicielles courants ;

	<ul style="list-style-type: none"> • Consulter et interpréter les fichiers journal système et les messages d'erreur afin de faciliter le diagnostic ; • Utiliser la documentation intégrée et les outils et les utilitaires de diagnostic ; • Utiliser les ressources d'aide disponibles sur Internet pour consulter des rapports d'anomalies et obtenir et installer des correctifs et des mises à jour logicielles ; • Obtenir des informations récentes sur les virus informatiques existants et utiliser ces informations pour mettre en place les mesures de protection adéquates et réagir efficacement en cas de détection d'un virus.
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Déterminer les sources de documentation et les centres d'aide (ressources en ligne, manuels, guides, documents papiers, etc.) pour les différents systèmes informatiques du service et établir une liste de ces sources contenant, pour les ressources Internet, les URL ; • En utilisant la documentation de référence constituée auparavant et d'autres sources de documentation ou en interrogeant votre superviseur, rechercher les méthodes possibles pour diagnostiquer et résoudre les problèmes suivants sur chacune des plates-formes informatiques du service : i) erreurs disque dur ; ii) ordinateur lent ou bloqué ; iii) impossibilité de démarrer une application ; iv) comportement inhabituel d'un logiciel ; v) erreurs réseau, problèmes de connectivité et réponse lente.
Sources de connaissances	<p>Spécifiques : Documentation utilisateur fournie par le vendeur (y compris les manuels en ligne), documents relatifs au matériel et documentation destinée aux administrateurs systèmes.</p> <p>Manuels et références générales :</p> <p>[1] ELL, P., GAMBHIR, S. (Eds), Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment, 3rd edn., Vol. Section 8, chapter 131, Churchill Livingstone (2004).</p> <p>[2] HENKIN, R.E. et al. (Eds), Nuclear Medicine, Mosby-Elsevier, Philadelphia, PA (2006).</p> <p>[3] HUNT, C., TCP/IP Network Administration, O'Reilly and Associates (2002).</p> <p>[4] Troubleshooting and Repair Guide, The PC Guide (http://www.pcguides.com/ts/index.htm)</p> <p>Ressources Internet :</p> <p>[1] Antivirus, pare-feu et logiciels espions, l'essentiel de la sécurité informatique pour tous. http://www.antivirus-firewall-spyware.com/computer-virus-resources.html</p> <p>[2] Computer Virus Resources, Cert Coordination Centre, Frequently Asked Questions about Computer Viruses. http://www.cert.org/other_sources/viruses.html</p>

	<p>[3] Informations concernant les technologies matérielles utilisées dans les ordinateurs (http://www.pctechguide.com). Pour les disques, par exemple : http://www.pctechguide.com/04disks.htm.</p> <p>[4] BURGESS, M., Principles of Network and System Administration, 2nd edn, J. Wiley & Sons (2000). http://digilib.umm.ac.id/files/disk1/338/jiptummpp-gdl-book-2009-markburges-16860-WILEY_.PDF</p>
	Module 9 - Informatique et réseaux cliniques
	Sous-module 9.4 - Techniques de traitement des images informatiques
Objectif	Comprendre les principes sous-jacents des techniques de traitement des images appliquées en médecine nucléaire et être capable d'écrire et de tester des sous-programmes de traitement d'images dans un environnement de programmation interactif et de les utiliser efficacement pour certains problèmes cliniques
Conditions préalables	<p>Sous-module 9.1 Utilisation d'une station de travail clinique d'acquisition et de traitement des données</p> <p>Sous-module 9.2 Administration d'un système informatique</p>
Compétences visées	<p>Comprendre les algorithmes essentiels et les bases d'un langage de programmation nécessaires pour développer des programmes simples d'analyse ou de traitement d'images dans un environnement de programmation interactif.</p> <p>Aptitude à développer et à tester des sous-programmes ou des applications de traitement d'images efficaces dans un environnement de programmation de haut niveau, à rédiger la documentation correspondante et à utiliser les macros disponibles dans le système informatique fourni par le vendeur (environnement) pour certaines tâches cliniques.</p>
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Connaissance approfondie des formats, constantes, variables, tableaux et structures de données, des fonctions, des sous-programmes, des déclarations, des structures conditionnelles et des boucles utilisées dans l'environnement de programmation de haut niveau existant (<i>note : un environnement de programmation de haut niveau comme IDL, MATLAB ou Mathematica par opposition à un langage de programmation de haut niveau désigne ici une suite ou un environnement logiciel conçu pour l'analyse et la visualisation de données et le développement d'applications multiplateformes et ayant l'avantage déterminant d'occuper un faible espace disque et d'être très polyvalent</i>). • Écrire et tester le code d'un programme comportant des tâches de traitement d'images 2D statiques et dynamiques en utilisant la bibliothèque de fonctions et de sous-programmes spécifiques à

	<p>l'environnement de programmation choisi : lecture et écriture de données, affichage, normalisation, palettes de couleurs, opérateurs ponctuels, opérateurs de voisinage, opérateurs géométriques, opérateurs de l'espace de Fourier, sous-programmes permettant de tracer des courbes et des surfaces ;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Connaissance approfondie des fonctions de base <i>d'amélioration d'images</i> habituellement utilisées en médecine nucléaire : amélioration du contraste, suppression du bruit, filtres linéaires et non linéaires courants et leurs propriétés ; • Comprendre la notion de <i>restauration d'image</i> et l'application de filtres courants comme ceux de Metz ou de Wiener ; • Création et manipulation d'une région d'intérêt et statistiques associées, compensation du mouvement, création et analyse d'une courbe activité-temps, lissage de courbe, interpolation et ajustement de fonction ; • Connaître l'environnement dans lequel le code doit être écrit : démarrer et terminer une macro, les fenêtres, les commandes, la syntaxe du langage macro, les opérateurs, les types de données, les variables, l'exécution du programme ; • Connaissance de base des déclarations du langage macro qui permettent de manipuler des images et des courbes : ouverture/fermeture, chargement, sauvegarde, nouvelles données, tracé/affichage.
<p>Sujets de formation recommandés</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Lire et connaître relativement bien le matériel pédagogique recommandé pour cette compétence ; • Se familiariser avec une série de sous-programmes courants d'analyse et de traitement d'images décrits et disponibles dans des environnements de programmation comme MATLAB, IDL ou Mathematica ou dans des applications comme ImageJ (en Java) ; • Écrire un programme qui initialise les tableaux nécessaires, ouvre et affiche une ou des images, l'ajoute, la soustrait ou la multiplie à une constante et affiche le résultat final de l'opération ; • Rechercher des codes informatiques qui réalisent une interpolation et écrire un programme qui effectue l'interpolation d'une image ouverte et affichée (par exemple de 64x64) pour obtenir une image de 128x128 pixels ; étudier les différentes propriétés des modèles d'interpolation (par exemple interpolation au plus proche voisin, linéaire (bilinéaire), cubique (bicubique), par des B-splines, par convolution) ; • Consulter les travaux publiés sur ces questions et acquérir une bonne connaissance des différentes techniques d'amélioration du contraste ; s'intéresser par exemple à l'égalisation d'histogramme, concevoir un algorithme, écrire un programme dans l'environnement retenu et le tester avec des images ayant des niveaux de contraste différents ; • Concevoir un modèle généralisé permettant d'effectuer un filtrage passe-bas dans l'espace des fréquences ; tester la dimension variable d'un noyau de filtrage symétrique ; mettre en œuvre différentes

	<p>méthodes de gestion des contours de l'image (par exemple remplissage de l'image : valeurs constantes, valeur du pixel le plus proche, valeurs en miroir, remplissage avec un motif périodique) ;</p> <ul style="list-style-type: none"> • En consultant les travaux publiés sur ces questions, recenser les méthodes qui permettent de mesurer la FTM de la gamma-caméra ; déterminer quelles expressions analytiques de la FTM ont été utilisées pour construire le filtre de Metz ; • Dans les travaux publiés, chercher la description des différents algorithmes d'ajustement de courbe linéaires et non linéaires ; écrire un petit programme pour ajuster la courbe activité-temps représentant i) la phase de diminution de l'activité lors d'un examen dynamique de la ventilation pulmonaire ou ii) la phase de diminution de l'activité dans un rein après administration de Lasilix ; décrire différentes techniques de pondération des points et estimer les incertitudes liées aux paramètres d'ajustement ; • Utiliser un logiciel de développement de macros afin de créer une procédure permettant d'ouvrir un fichier/une (des) image(s) (par exemple matrice de correction à grand champ, source linéaire pour estimer la résolution spatiale), de personnaliser les paramètres d'affichage, la mire de barres et les contrôles, de déplacer et de redimensionner la fenêtre, de définir une (des) région(s) d'intérêt, de calculer les paramètres importants associés à la (aux) région(s) d'intérêt, de créer un (des) profil(s) et de sauvegarder les résultats numériques et les profils dans un fichier récemment ouvert ; étudier les procédures qui permettent de créer, d'écrire, d'exécuter et de déboguer la macro.
<p>Sources de connaissances</p>	<p>Manuels et références générales :</p> <p>[1] BEVINGTON, P., ROBINSON, D.K., Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences, McGraw-Hill (2002).</p> <p>[2] BURGER, W., BURGE, M.J., Digital Image Processing: An Algorithmic Introduction using Java, Springer (2008).</p> <p>[3] FISHER, R., DAWSON-HOWE, K., FITZGIBBON, A., ROBERTSON, C., TRUCCO, E., Dictionary of Computer Vision and Image Processing (2005).</p> <p>[4] GONZALEZ, R.C., WOODS, R.E., Digital Image Processing, 3rd edn, Prentice Hall (2007).</p> <p>[5] GONZALEZ, R.C., WOODS, R.E., EDDINS, S.L., Digital Image Processing Using MATLAB, 2nd edn, Gatesmark Publishing (2009).</p> <p>[6] PRINCE, J.L., LINKS, J.M., Medical Imaging Signals and Systems, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ (2006).</p> <p>Ressources Internet :</p> <p>http://www.mathworks.com/products/matlab/</p> <p>MATLAB est un langage et un environnement interactif de haut niveau qui permet d'effectuer des tâches qui nécessitent une grande puissance de calcul plus rapidement qu'avec des langages de programmation classiques comme le C, le C++ ou le Fortran.</p>

	<p>http://www.itervis.com/ProductServices/IDL.aspx IDL permet d'analyser et de visualiser des données ainsi que de développer des applications logicielles.</p> <p>http://www.wolfram.com/products/mathematica/index.html Mathematica - pour les calculs, la modélisation, la simulation, la visualisation, le développement, la documentation et le déploiement.</p> <p>http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/ Sources de connaissances pour le traitement d'images</p> <p>http://tnw.tudelft.nl/fileadmin/Faculteit/TNW/Over_de_faculteit/Afdeling_en/Imaging_Science_and_Technology/Research/Research_Groups/Quantitative_Imaging/Education/doc/FIP2_3.pdf Principes fondamentaux du traitement d'images</p> <p>http://rsbweb.nih.gov/ij/ ImageJ, traitement et analyse d'images en Java</p>
	Module 9 - Informatique et réseaux cliniques
	Sous-module 9.5 – Analyser des images en utilisant un langage de programmation de haut niveau (facultatif)
Objectif	Acquérir des compétences pour développer des programmes informatiques simples permettant de manipuler des données numériques et des courbes et d'analyser et de traiter des images dans un langage de haut niveau
Conditions préalables	Sous-modules 9.1, 9.2 et 9.4 (Utilisation d'une station de travail clinique d'acquisition et de traitement des données, Administration d'un système informatique, Techniques de traitement des images informatiques)
Compétences visées	Comprendre les diagrammes de flux, le pseudo-code et le passage de cette démarche conceptuelle au développement de programmes réels dans un langage de haut niveau. Aptitude à écrire des programmes simples, lisibles et efficaces dans un langage de haut niveau (procédural), à les tester et à rédiger une documentation suffisante pour le code.
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne connaissance des outils couramment utilisés qui facilitent le développement et la rédaction de la documentation de la logique du programme : diagrammes de flux et pseudo-code ; • Compréhension et utilisation efficace du langage de programmation retenu : écriture du code, compilation et exécution, fait de rendre le code lisible, exécution par lots, conception des fonctions et des procédures, structure de contrôle du programme, composants du langage, débogage et traitement des erreurs, construction de l'interface graphique.

<p>Sujets de formation recommandés</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Choisir un langage de programmation de haut niveau pour lequel votre service dispose des outils de programmation nécessaires ; • Lire et connaître relativement bien les documents de référence relatifs : aux types de données, aux variables, aux constantes, aux opérateurs (arithmétiques, logiques, comparaison, concaténation, etc.), aux sous-programmes et fonctions, à la structure de contrôle du programme, à la gestion des erreurs, aux tableaux et ensembles, à l'accès aux éléments d'un tableau, au tri, aux chaînes de caractères, au processus de décision, aux boucles et aux entrées/sorties pour les données, tous pour le langage choisi ; • Développer, sous forme graphique, un algorithme simple et les étapes d'entrées/sorties nécessaires pour effectuer i) une interpolation spline cubique pour un jeu de données à une dimension ou ii) l'intégration d'une fonction par des quadratures de Gauss ou par la règle de Simpson ; Mettre en application l'algorithme ci-dessus dans le langage choisi, écrire un programme source, le compiler et l'exécuter ; • Effectuer des tests et vérifier les résultats obtenus en modifiant des données d'entrée et des paramètres ; • Écrire, dans le langage retenu, un programme qui ouvre une image de médecine nucléaire à partir d'un fichier (par exemple des données binaires), calcule la transposée de la matrice représentant l'image, extrait et affiche une sous-matrice et stocke les sommes de chaque ligne et de chaque colonne dans des tableaux à une dimension distincts ; ce programme doit également déterminer la valeur de pixel maximale et minimale, le nombre total de coups dans l'image et l'écart type ; si possible, définir et extraire le profil d'une ligne de largeur variable sur l'image ; donner la possibilité d'enregistrer les données (statistiques de l'image et données de profil) dans un fichier qui peut être ultérieurement ouvert et traité par un tableur (les fonctions ne doivent pas toutes être mises en œuvre et testées) ; comparer votre petite application aux outils classiques de médecine nucléaire utilisés pour analyser les images et qui sont inclus dans les logiciels commerciaux ; • Écrire un programme qui ouvre une image à grand champ et calcule l'uniformité intégrale et l'uniformité différentielle selon les définitions de la NEMA ; étudier les définitions du champ de vue utile et du champ de vue central, le lissage 9 points et l'histogramme de la distribution des paramètres de non-uniformité différentielle.
<p>Sources de connaissances</p>	<p>Manuels :</p> <p>[1] SHARP, J., Microsoft Visual C# 2008 Step by Step, Microsoft press, Redmond, WA (2008).</p> <p>[2] STROUSTRUP, B., The C++ Programming Language, Addison Wesley (1997).</p> <p>[3] Livres électroniques gratuits sur le C# : http://www.onlinecomputerbooks.com/free-csharp-books.php</p>

	<p>[4] Livres électroniques gratuits sur le C++ : http://www.freeprogrammingebooks.net/free_ebook_c++_free_ebooks_c++/index.php</p> <p>Ressources Internet : http://www.rff.com/flowchart_shapes.htm Notion de flux logique d'un processus</p> <p>http://3d2f.com/programs/30-890-fchart-flow-chart-programming-download.shtml <i>Flow Chart Visual Programming Language</i> permet d'exécuter des algorithmes élémentaires de manière visuelle</p>
	Module 9 - Informatique et réseaux cliniques
	Sous-module 9.6 – Reconstruction, recalage et fusion d'images et modélisation cinétique des traceurs
Objectif	Comprendre et être capable d'appliquer des techniques complexes de traitement sur des images de médecine nucléaire, notamment la reconstruction, le recalage et la fusion, ainsi que la compensation des différents facteurs physiques qui contribuent à dégrader la qualité des images, ainsi que les principes fondamentaux de la modélisation cinétique des traceurs
Conditions préalables	Sous-modules 6.2, 9.1 et 9.4 (Théorie et pratique de la dosimétrie interne, Utilisation d'une station de travail clinique d'acquisition et de traitement des données, Techniques de traitement des images informatiques)
Compétences visées	Comprendre les algorithmes mis en application dans les logiciels utilisés en routine dans le service de l'interne pour effectuer des reconstructions, des recalages et des fusions d'images et pour appliquer divers mécanismes afin de compenser les facteurs physiques qui altèrent la qualité des images en SPECT et en TEP. Aptitude à : <ol style="list-style-type: none"> a) reconstruire et à recalage les images obtenues lors d'examen cliniques et à proposer, concevoir, optimiser et évaluer de nouvelles méthodes de reconstruction et de nouveaux mécanismes de compensation pour différents facteurs de dégradation des images, b) appliquer des modèles pour analyser la cinétique des traceurs.
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Comprendre les notions, les termes et les définitions de base relatifs à la reconstruction <i>analytique</i> et à la reconstruction <i>itérative</i> : transformée de Radon, théorème de la coupe centrale, principe fréquence-distance, Fourier <i>rebinning</i>, reconstruction MLEM (<i>maximum likelihood expectation maximisation</i>), OSEM et les autres procédés d'accélération utilisés pour les reconstructions itératives par des méthodes statistiques, régularisation, etc.

	<ul style="list-style-type: none"> • Comprendre les différences entre les techniques de reconstruction analytiques et itératives (méthodes statistiques ou algébriques) et leurs avantages et inconvénients ; • Connaissance des différents mécanismes de correction de la diffusion, de l'atténuation et de la résolution en profondeur applicables aux techniques de reconstruction analytiques et itératives, de leur incidence sur la qualité des images reconstruites et de leur importance et de leurs limites pour la mesure des volumes et de l'activité ; • Connaissance de la manière dont sont exploités les logiciels servant à fusionner des images anatomiques et fonctionnelles : algorithmes informatiques utilisés pour le recalage d'images (fondées sur des caractéristiques ou sur le volume), validation de la précision des images recalées (marqueurs externes, images stéréotaxiques, recalage de l'image SPECT par rapport à la scanographie fondé sur le volume, défaut d'alignement intentionnel puis réalignement), techniques de visualisation et applications cliniques ; • Connaissance des techniques classiques d'affichage des images fusionnées : mélange de couleurs ou alpha, affichage côte à côte des images originales avec des curseurs synchronisés, affichage entrelacé des pixels, fusion des images 3D, rendu des volumes et des surfaces, images volumiques avec des plans orthogonaux ou obliques en surimpression pour présenter les informations fonctionnelles ; • Comprendre les modèles mono et multicompartimentaux, l'ajustement des modèles cinétiques et les analyses graphiques de Patlak et de Logan ; • Comprendre la notion de SUV et les facteurs qui influent sur sa valeur (effet de volume partiel, glycémie, choix de la région d'intérêt, etc.).
<p>Sujets de formation recommandés</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Lire et connaître relativement bien les articles et les autres sources de documentation qui décrivent ces algorithmes en détail ; • Rédiger un rapport qui présente ces algorithmes (par exemple la rétroprojection filtrée, la MLEM (<i>maximum likelihood expectation maximisation</i>), OSEM) en donnant suffisant de détails pour montrer une bonne connaissance des algorithmes, des hypothèses sous-jacentes et de leurs avantages et inconvénients par rapport aux autres algorithmes possibles ; • Étudier l'algorithme de la rétroprojection filtrée (par exemple sa mise en application dans la bibliothèque DONNER), porter le code Fortran dans le langage ou l'environnement de haut niveau retenu et le tester ; • Examiner les propriétés et les paramètres des fonctions radon et iradon (transformée de Radon) intégrées à MATLAB et tester leur comportement avec le fantôme de Shepp-Logan fourni : étudier l'incidence du nombre de projections, de la taille de la matrice, du noyau de filtre, des modèles d'interpolation et de l'ajout de bruit sur la qualité des images reconstruites ; modéliser votre propre fantôme 2D avec les images de fantômes de tête disponibles et tester les fonctions radon et iradon ;

	<ul style="list-style-type: none"> • À l'aide de travaux déjà publiés, élaborer un algorithme de correction d'atténuation en appliquant la méthode de Chang ou de Sorenson et étudier comment il peut être intégré au programme de reconstruction par rétroprojection filtrée développé dans un environnement comme IDL, MATLAB ou Mathematica ; • Étudier les mécanismes de correction de la diffusion les plus fréquemment utilisés en SPECT : choisir l'un d'entre eux (par exemple la triple fenêtre en énergie, la double fenêtre en énergie), examiner les différentes possibilités d'acquisition avec les caméras disponibles et concevoir, en IDL, en MATLAB ou en Mathematica, un programme qui reconstruit analytiquement les données corrigées de la diffusion ; commenter les différences d'approche entre les mécanismes de correction de la diffusion utilisés par les techniques de reconstruction analytiques et statistiques ; • Dans l'environnement de programmation retenu, étudier la possibilité de développer et de tester un programme qui effectue un mélange alpha sur une image de fond avec une image de premier plan déterminée ; • Étudier la modélisation des traceurs et les calculs du débit sanguin myocardique et/ou cérébral en TEP pour différents traceurs comme l'oxygène 15, le rubidium 82 ou l'ammoniac marqué à l'azote 13.
Sources de connaissances	<p>Manuels et références générales :</p> <p>[1] BARRET, H.H., SWINDELL, W.E., Radiological Imaging, Wiley, New York (1980).</p> <p>[2] BRACEWELL, R.N., Two-dimensional Imaging, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ (1995).</p> <p>[3] DEANS, S.R., The Radon Transform and Some of its Applications, Wiley, New York (1983).</p> <p>[4] HERMAN, G.T., Image Reconstruction from Projections: The Fundamentals of Computerized Tomography, Academic Press, New York (1980).</p> <p>[5] KAK, A.C., SLANEY, M., Principles of Computerized Tomographic Imaging, IEEE Press, New York (1988).</p> <p>[6] NATTERER, N., The Mathematics of Computerized Tomography, Wiley, New York (1986).</p> <p>Articles et comptes rendus :</p> <p>[1] BENTOURKIA, M., ZAIDI, H., Tracer Kinetic Modelling in PET, PET Clinics 2 2 (2007) 267-277.</p> <p>[2] BROOKS, R.A., DI CHIRO, G., Principles of Computer Assisted Tomography (CAT) in Radiographic and Radioisotopic Imaging, Phys Med Biol 21 5 (1976) 689-732.</p> <p>[3] BRUYANT, P.P., Analytic and Iterative Reconstruction Algorithms in SPECT, J Nucl Med 43 10 (2002) 1343-58.</p> <p>[4] FAHEY, F.H., Data Acquisition in PET Imaging, J Nucl Med Technol 30 2 (2002) 39-49.</p> <p>[5] HUDSON, H.M., LARKIN, R.S., Accelerated Image Reconstruction Using Ordered Subsets of Projection Data, IEEE Trans Med Imaging 13 4 (1994) 601-9.</p>

- [6] KING, M.A., SCHWINGER, R.B., DOHERTY, P.W., PENNEY, B.C., Two-dimensional Filtering of SPECT Images Using the Metz and Wiener Filters, *J Nucl Med* **25** 11 (1984) 1234-40.
- [7] LANGE, K., CARSON, R., EM Reconstruction Algorithms for Emission and Transmission Tomography, *J Comput Assist Tomogr* **8** 2 (1984) 306-16.
- [8] LARSSON, S.A., Gamma Camera Emission Tomography. Development and Properties of a Multi-sectional Emission Computed Tomography System, *Acta Radiol Suppl* **363** (1980) 1-75.
- [9] O'CONNOR, M.K. et al., A Multicenter Evaluation of Commercial Attenuation Compensation Techniques in Cardiac SPECT Using Phantom Models, *J. Nucl. Cardiol.* **9** (2002) 361-376.
- [10] RAHMIM, A., ZAIDI, H., PET versus SPECT: Strengths, Limitations and Challenges, *Nucl Med Commun* **29** 3 (2008) 193-207.
- [11] READER, A.J., ZAIDI, H., Advances in PET Image Reconstruction, *PET Clinics* **2** 2 (2007) 173-90.
- [12] TOWNSEND, D.W., CARNEY, J.P., YAP, J.T., HALL, N.C., PET/CT Today and Tomorrow, *J Nucl Med* **45 Suppl 1** (2004) 4S-14S.
- [13] TURKINGTON, T.G., Introduction to PET Instrumentation, *J Nucl Med Technol* **29** (2001) 1–8.
- [14] VANDENBERGHEA, S. et al., Iterative Reconstruction Algorithms in Nuclear Medicine, *Computerized Medical Imaging and Graphics* **25** (2001) 105-111.
- [15] ZENG, G.L., Image Reconstruction--a Tutorial, *Comput Med Imaging Graph* **25** 2 (2001) 97-103.

Correction de l'atténuation et de la diffusion :

- [1] BEEKMAN, F.J., DE JONG, H.W.A.M., VAN GELOVEN, S., Efficient fully 3D iterative. SPECT Reconstruction with Monte Carlo Based Scatter Compensation, *IEEE Trans.Med. Im.* **21** (2002) 867–877.
- [2] BEEKMAN, F.J., KAMPHUIS, C., FREY, E.C., Scatter Compensation Methods in 3D Iterative SPECT Reconstruction: a Simulation Study, *Phys Med Biol* **42** 8 (1997) 1619-32.
- [3] BUVAT, I., RODRIGUEZ-VILLAFUERTE, M., TODD-POKROPEK, A., BENALI, H., DI PAOLA, R., Comparative Assessment of Nine Scatter Correction Methods Based on Spectral Analysis Using Monte Carlo Simulations, *J Nucl Med* **36** 8 (1995) 1476-88.
- [4] EL FAKHRI, G., BUVAT, I., BENALI, H., TODD-POKROPEK, A., DI PAOLA, R., Relative Impact of Scatter, Collimator Response, Attenuation, and Finite Spatial Resolution Corrections in Cardiac SPECT, *J Nucl Med* **41** 8 (2000) 1400-8.

- [5] FLOYD, C.E., JR., JASZCZAK, R.J., GREER, K.L., COLEMAN, R.E., Deconvolution of Compton scatter in SPECT, *J Nucl Med* **26** 4 (1985) 403-8.

Logiciels :

<http://www.eecs.umich.edu/~fessler/code/index.html>

Image reconstruction toolbox est un ensemble d'algorithmes de reconstruction d'image libres écrits en MATLAB. Il comprend notamment des algorithmes itératifs et non itératifs pour l'imagerie tomographique (TEP, SPEC et scanographie) et des outils de restauration itérative des images.

<http://homepage.ntlworld.com/jfarrell/javactapp/index.html>

Une compréhension intuitive de la reconstruction d'images.

Fonctionnalités : des objets fantômes génèrent des données de projection qui peuvent être rétroprojetées ; sélection des filtres, des angles d'observations, des classes de données et du champ de vue ; rétroprojection animée ; reprojction d'images 8 ou 16 bits ; sauvegarde et chargement des données de projection ; contrôle du fenêtrage des images ; visualisation des données de projection et des sinogrammes.

<http://www.mathworks.com/products/matlab/>

MATLAB est un langage et un environnement interactif de haut niveau qui permet d'effectuer des tâches qui nécessitent une grande puissance de calcul plus rapidement qu'avec des langages de programmation classiques comme le C, le C++ ou le Fortran.

<http://www.itvis.com/ProductServices/IDL.aspx>

IDL permet d'analyser et de visualiser des données ainsi que de développer des applications logicielles.

<http://www.wolfram.com/products/mathematica/index.html>

Mathematica - pour les calculs, la modélisation, la simulation, la visualisation, le développement, la documentation et le déploiement.

<ftp://cfi.lbl.gov/pub/reclbl/>

Reconstruction d'images à partir de projections.

ftp://cfi.lbl.gov/pub/rfit_4.4/

RFIT – Programme permettant d'ajuster les modèles compartimentaux aux données d'une région d'intérêt obtenues par TEP dynamique.

Coxson, P.G., Salmeron, E.M., Huesman, R.H., Mazoyer, B.M., Simulation of compartmental models for kinetic data from a positron emission tomograph. *Comput Methods Progr Biomed.* 1992; 37:205-214.

COMKAT

<http://comkat.case.edu>

Muzic Jr, R.F., Cornelius, S., COMKAT: Compartment model kinetic analysis tool. *J Nucl Med.* 2001; 42:636-645.

SPAMALIZE

http://psyphz.psych.wisc.edu/~oakes/spam/help_BrainMaker.pdf

Munich Heart : progiciel d'analyse cardiaque

<http://www.munichheart.de>

PMOD : logiciel en Java qui permet d'effectuer des mesures sur des images et de la modélisation cinétique

<http://www.pmod.com>

	Receptor Parametric Mapping (RPM) http://www.irsl.org/resources/rpm.shtml
	Module 9 - Informatique et réseaux cliniques
	Sous-module 9.7 – Formats de fichiers images couramment utilisés en médecine nucléaire
Objectif	Être capable d'utiliser et de manipuler couramment des images médicales dans plusieurs formats différents et montrer des connaissances sur les avantages et les inconvénients respectifs de ces formats pour certaines applications
Conditions préalables	Sous-modules 9.1 et 9.2 (Utilisation d'une station de travail clinique d'acquisition et de traitement des données, Administration d'un système informatique)
Compétences visées	Comprendre la structure et les propriétés des formats de fichier image couramment utilisés en médecine nucléaire. Aptitude à lire, afficher et manipuler les images médicales enregistrées dans les formats couramment utilisés (Interfile 3.3, DICOM 3.0).
Connaissances clés	<ol style="list-style-type: none"> 1) Comprendre l'importance des options du format de stockage pour les entiers, les flottants, les chaînes de caractères et les autres types de données ; 2) Structure et caractéristiques des formats de fichier image régulièrement utilisés en médecine nucléaire ; 3) Définition et caractéristiques de certains formats d'image matriciels courants et leurs avantages et inconvénients ; 4) Connaissance des techniques de compression des images numériques les plus fréquemment utilisées : compression JPEG, fractale ou par ondelettes.
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Lire et connaître relativement bien le matériel pédagogique recommandé pour cette compétence ; • Examiner en détail les caractéristiques principales du format DICOM et du format Interfile 3.3 ; étudier les modules ou les programmes qui permettent de convertir les images d'un format à l'autre (IDL, MATLAB, Mathematica) ; • Rédiger un compte rendu qui montre une connaissance des formats de fichier courants en y insérant une description détaillée des formats les plus fréquemment utilisés en imagerie médicale ; comparer leurs caractéristiques, leurs avantages et leurs inconvénients respectifs.
Sources de connaissances	[1] CLUNIE, D.A., DICOM Structured Reporting, Pixel Med Publishing, Bangor, PA (2001). http://www.pixelmed.com/

	<p>[2] OOSTERWIJK, H., GIHRING, P.T., DICOM Basics. OTech, Inc. (2002). http://www.oteching.com/books.cfm?menu=pubs</p> <p>[3] PIANYKH, O.S., Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) - A Practical Introduction and Survival Guide, Springer (2008). http://www.springer.com/medicine/radiology/book/978-3-642-10849-5 http://medical.nema.org/ http://www.med.harvard.edu/JPNM/DisplayFreeware/</p> <p>Visionneuses, clients/serveurs, ressources et images DICOM</p> <p>Articles :</p> <p>[1] PECK, D., Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM): A Practical Introduction and Survival Guide, J Nucl Med 50 1384 (2009).</p> <p>[2] TODD-POKROPEK, A., CRADDUCK, T.D., DECONINCK, F., A File Format for the Exchange of Nuclear Medicine Image Data: A Specification of Interfile Version 3.3, Nucl Med Commun 13 9 (1992) 673-99.</p>
	Module 9 - Informatique et réseaux cliniques
	Sous-module 9.8 – Réseaux informatiques, PACS, SIR et SIH
Objectif	Se familiariser avec les notions de base des PACS, leurs composantes, leur architecture et leur mise en œuvre en médecine nucléaire et avec les principes essentiels des systèmes d'information radiologique (SIR) et des systèmes d'information hospitaliers (SIH) intégrés afin de pouvoir stocker, manipuler et distribuer des données patient et des images.
Conditions préalables	Sous-modules 9.1, 9.2 et 9.3 (Utilisation d'une station de travail clinique d'acquisition et de traitement des données, Administration d'un système informatique, Premier niveau d'assistance en cas de problème informatique)

<p>Compétences visées</p>	<p>Comprendre la technologie et les procédures de recette d'un PACS, ainsi que les principes essentiels des SIR et des SIH.</p> <p>Aptitude à :</p> <ol style="list-style-type: none"> a) participer à la maintenance de matériel et de logiciels informatiques comprenant un réseau, y compris à l'utilisation, à la configuration et à la surveillance du matériel réseau actif, b) participer à des décisions éclairées sur le choix du système PACS qui répond le mieux aux besoins du service de médecine nucléaire compte tenu de ses principales caractéristiques, c) utiliser efficacement des stations de travail, des serveurs et des systèmes PACS de médecine nucléaire couplés au SIR ou au SIH local et ceux qui sont couplés à un système PACS externe. <p><i>(La profondeur des connaissances que l'interne doit acquérir pour ce sous-module dépendra des conditions et de l'organisation locales. Certains établissements peuvent disposer de plusieurs personnes différentes pour le réseau, les bases de données et l'administration système, tandis que dans d'autres structures, ces tâches sont effectuées quasi exclusivement par un physicien médical).</i></p>
<p>Connaissances clés</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Connaissance des principes essentiels d'un réseau informatique : couches, modèles et architecture, types et tailles des réseaux, problèmes et notions de performance, normes réseaux ; • Composants matériels fondamentaux des réseaux : supports physiques de la connectivité ou du câblage, concentrateurs, commutateurs réseau, ponts, routeurs, passerelles, répéteurs, protection au moyen de pare-feu ; • Apprentissage des caractéristiques du réseau : partage de fichiers et d'imprimantes, services applicatifs, accès distant, courrier électronique, sécurité réseau ; • Connaissance du modèle réseau OSI à sept couches et de la manière dont les données transitent par les différentes couches ; • Connaissances des protocoles de communication réseau : TCP, UDP, TCP/IP, paquets IP et adresses IP, segmentation en sous-réseaux, masques de sous-réseau ; • Autres couches applicatives et applications réseau fréquemment rencontrées au niveau utilisateur : DHCP, DNS, HTTP, Mail, FTP, Telnet, SMTP, NFS, etc. ; • Connaissance de la manière de sécuriser un réseau : sécurité des comptes, autorisations, menaces externes, virus et logiciels malveillants ; • Utilisation des réseaux cliniques afin que le dossier clinique soit transmis rapidement et efficacement au médecin traitant et aux autres utilisateurs autorisés qui contribuent aux soins du patient tout en respectant la confidentialité des données patient ; • Bonne connaissance des éléments du système PACS qui jouent un rôle important pour la connectivité, la fiabilité et la sécurité ; • Connaissances des composantes physiques essentielles de la chaîne PACS dans un service de médecine nucléaire : systèmes d'acquisition/caméras, réseau, ordinateurs intermédiaires, serveurs de bases de données et dispositifs d'archivage ;

	<ul style="list-style-type: none"> • Connaissances suffisantes pour pouvoir adapter le système d'archivage aux besoins et aux demandes d'un service de médecine nucléaire particulier (volume d'activité, données par type d'examen, capacité, performances et coût) ; • Recette d'un système PACS : installation, configuration et exploitation du réseau, fonctionnement en charge, qualité des images et tolérance aux pannes ; • Connaissance de base des contraintes relatives à la distribution des images diagnostiques au sein de l'établissement de santé : remplacement des films, vitesse d'exécution des tâches, extensibilité et efficacité par rapport au coût, qualité des images, intégration du dossier médical électronique et sécurité ; • Comprendre les caractéristiques d'un SIR, notamment : i) le contrôle d'accès utilisateur ; ii) le consentement du patient ; iii) les données démographiques des patients, leur mise à jour et le lien avec le SIH ; iv) la prise de rendez-vous et la planification ; v) la liste des tâches et les dossiers vi) la production de comptes rendus ; vii) l'intégration du SIR, l'intégration entre le SIR et les modalités de médecine nucléaire, entre le SIR et le système PACS, entre le SIR et les stations de travail ; • Comprendre les caractéristiques fonctionnelles dont doivent disposer le SIR et le SIH pour le bon fonctionnement des modalités de médecine nucléaire et la connexion à ces modalités.
<p>Sujets de formation recommandés</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rechercher les ressources documentaires adéquates et lire les travaux publiés sur ces questions afin de pouvoir rédiger un petit texte sur les caractéristiques de base de chaque composant matériel et protocole énuméré ci-dessus dans le cadre de cette compétence ; lire également des documents sur la gestion des réseaux et la sécurité réseau ; • Rédiger un compte rendu sur la manière dont le réseau d'un service de médecine nucléaire déterminé utilise ces composants matériels et ces protocoles et formuler des observations sur la gestion du réseau, les questions de sécurité et les faiblesses du réseau ; • En s'appuyant sur les ouvrages étudiés et avec l'aide des spécialistes informatiques et de médecins médicaux de l'établissement, comprendre l'infrastructure du réseau actuel, évaluer ses besoins futurs en supposant une croissance de l'activité du service (par exemple une nouvelle gamma-caméra hybride ou une ou deux gamma-caméras spécialisées) et les décrire dans un compte rendu ; • Étudier le système PACS installé dans le service de médecine nucléaire et rédiger un document technique décrivant ses principales composantes et caractéristiques ; • À partir des travaux publiés sur ces questions, concevoir un petit guide qui pourrait servir de document de référence pour effectuer la recette du système PACS – relever les besoins spécifiques et attribuer un rôle aux différents professionnels concernés ; • Se familiariser avec le système PACS installé dans le service de médecine nucléaire, décrire brièvement la connexion entre le SIR et le PACS et déterminer le type d'intégration existant entre le SIR et le SIH ;

	<ul style="list-style-type: none"> • Dans un bref compte rendu, indiquer quels sont les autres systèmes d'information et bases de données couplés au SIR ou au SIH et quelles sont les données importantes transférées vers ou depuis ceux-ci.
Sources de connaissances	<p>Manuels et références générales :</p> <p>[1] PERLMAN, R., Interconnections: Bridges, Routers, Switches, and Internetworking Protocols, 2nd edn, Professional Computing, Addison-Wesley (1999).</p> <p>[2] HUANG, H.K., PACS: Basic Principles and Applications, Wiley-Liss (1998).</p> <p>[3] THE ROYAL COLLEGE OF RADIOLOGISTS, Radiology Information Systems, Place, Published (2008) http://www.rcr.ac.uk/docs/radiology/pdf/IT_guidance_RISApr08.pdf</p> <p>Articles et synthèses :</p> <p>[1] HORII, S.C., BIDGOOD, W.D., JR., PACS Mini Refresher Course. Network and ACR-NEMA protocols, Radiographics 12 3 (1992) 537-48.</p> <p>[2] STEWART, B.K., PACS Mini Refresher Course. Local area network topologies, media, and routing, Radiographics 12 3 (1992) 549-66.</p> <p>[3] BADANO, A., AAPM/RSNA Tutorial on Equipment Selection: PACS Equipment Overview: Display Systems, Radiographics 24 3 (2004) 879-89.</p> <p>[4] BROWN, P.H., KRISHNAMURTHY, G.T., Design and Operation of a Nuclear Medicine Picture Archiving and Communication System, Semin Nucl Med 20 3 (1990) 205-24.</p> <p>[5] CHOPLIN, R.H., BOEHME, J.M., 2ND, MAYNARD, C.D., Picture Archiving and Communication Systems: An Overview, Radiographics 12 1 (1992) 127-9.</p> <p>[6] MILLER, T.R., JOST, R.G., SAMPATHKUMARAN, K.S., BLAINE, G.J., Hospital-wide Distribution of Nuclear Medicine Studies through a Broadband Digital Network, Semin Nucl Med 20 3 (1990) 270-5.</p> <p>[7] ROSSET, A., RATIB, O., GEISSBUHLER, A., VALLEE, J.P., Integration of a Multimedia Teaching and Reference Database in a PACS Environment, Radiographics 22 6 (2002) 1567-77.</p> <p>[8] SAMEI, E. et al., AAPM/RSNA Tutorial on Equipment Selection: PACS Equipment Overview: General Guidelines for Purchasing and Acceptance Testing of PACS Equipment, Radiographics 24 1 (2004) 313-34.</p> <p>Livres Web : http://www.tcpipguide.com/free/t_toc.htm The TCP/IP Guide http://learnat.sait.ab.ca/ict/txt_information/Intro2dcRev2/index.html Introduction to Data Communications</p>

Module 9 - Informatique et réseaux cliniques	
Sous-module 9.9 – Validation des logiciels : simulations informatiques, fantômes et données cliniques	
Objectif	Se familiariser avec les principes sous-jacents de la simulation de Monte-Carlo et avec l'utilisation des programmes de simulation de Monte-Carlo génériques ou spécifiques à la médecine nucléaire afin de générer des images simulées. Comprendre l'importance qu'il y a à les comparer à des mesures effectuées sur des fantômes physiques et leur intérêt pour l'amélioration des examens d'imagerie médicale
Conditions préalables	Sous-modules 9.1, 9.2 et 9.4 (Utilisation d'une station de travail clinique d'acquisition et de traitement des données, Administration d'un système informatique, Techniques de traitement des images informatiques)
Compétences visées	<p>Connaître les composantes d'une méthode de simulation de Monte-Carlo : fantômes numériques, modèles du traitement d'images, méthodes de calcul rapide, utilisation de fantômes physiques et démarches de validation clinique.</p> <p>Aptitude à :</p> <ol style="list-style-type: none"> a) effectuer des simulations de Monte-Carlo avec un des programmes de simulation spécifiques à la médecine nucléaire et à en interpréter correctement les résultats, b) participer à la conception d'une étude de validation clinique dont l'objectif est d'améliorer sensiblement la qualité des images et la précision quantitative et de renforcer la confiance de ceux qui analysent les images dans leur diagnostic.
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Comprendre les notions relatives aux simulations de Monte-Carlo : générateurs de nombres aléatoires, échantillonnage, distributions de probabilité, parcours des photons, modélisation de l'objet (formes analytiques et géométries voxelisées) qui contient des radionucléides, détection des photons dans le cristal, <i>binning</i>, formation des projections, techniques de réduction de la variance ; • Méthodes de validation d'un simulateur – comparaison avec les mesures effectuées sur un fantôme physique ; • Connaissance des différents fantômes mathématiques existants, de leur complexité, de leurs limites, de leurs avantages et de leurs inconvénients : fantôme de Zubal, de Cristy et Eckerman, d'Hoffman, VIP-Man, MCAT et NCAT, et aptitude à utiliser ces fantômes pour évaluer la qualité des images obtenues par les algorithmes de reconstruction en SPECT et pour tester les modèles de compensation des facteurs physiques ; • Bonne connaissance des fantômes physiques couramment utilisés pour valider les logiciels et les algorithmes : fantôme cérébral 3D d'Hoffman, fantôme thoracique non uniforme, fantômes dynamiques ;

	<ul style="list-style-type: none"> • Intérêt des simulations informatiques et des mesures effectuées sur des fantômes physiques pour l'amélioration de la qualité des images en médecine nucléaire ; • Connaissance des méthodes de contrôle de la fusion des images par des fantômes et des logiciels ; ce type de contrôle est utilisé pour fusionner les données SPECT et scanographiques dans les gamma-caméras hybrides et les données TEP et scanographiques dans les TEP-Scan mais peut aussi être appliqué pour fusionner des données SPECT ou TEP avec des données IRM ; par ailleurs, la fusion peut être interrompue afin d'aligner correctement les examens anciens avec les examens actuels.
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Lire et bien connaître le matériel pédagogique essentiel ; • Utiliser un programme de simulation de Monte-Carlo déjà installé ou installer et configurer l'un des programmes gratuits de ce type (par exemple SIMIND, SimSET) ; • Étudier l'une des publications qui figurent dans les sources de connaissances et rédiger un bref compte rendu décrivant les techniques utilisées pour valider le simulateur ; évaluer l'exhaustivité de la validation et la diversité des paramètres mesurés ; • Tester le programme choisi à l'aide de tutoriels afin de créer des images simples de sources ponctuelles de technétium 99m dans un fantôme d'eau cylindrique ; étudier les spectres d'énergie obtenus en faisant varier le diamètre du fantôme ou en modifiant les fenêtres d'énergie ou le niveau de complexité de la simulation ; • Tester le programme choisi afin de créer des projections simulées des fantômes existants en SPECT ; contrôler la correction simple de la diffusion et de l'atténuation à l'aide de différentes simulations ; transférer les données de projection sur une station de travail clinique afin d'utiliser les programmes de reconstruction et de traitement d'images disponibles ; décrire les résultats obtenus ; • Effectuer des recherches dans les ouvrages publiés et trouver un article scientifique qui décrit, par exemple, un nouvel algorithme de reconstruction ou un nouveau procédé d'accélération de la reconstruction, un procédé de correction des facteurs physiques ou une technique d'imagerie par émission et transmission simultanée ; décrire les simulations informatiques et les mesures effectuées sur des fantômes physiques, ainsi que les paramètres et les indicateurs utilisés pour valider et évaluer la précision et les grandeurs générales associées à la qualité des images (par exemple les profils, le contraste, l'erreur quadratique moyenne (EQM), l'EQM normalisée, l'écart type normalisé, etc.) ; • Trouver une étude publiée pour laquelle une analyse ROC a été utilisée pour analyser ou comparer les caractéristiques d'images cliniques, par exemple en SPECT, avec des propriétés différentes dues à une modification des mécanismes de correction des facteurs physiques ou à une technique de filtrage ou d'accélération de la reconstruction différente ; analyser ce document et rédiger un bref compte rendu qui montre une compréhension de la méthode ROC et présente les limites et les résultats de l'étude.

<p>Sources de connaissances</p>	<p>[1] BUVAT, I., CASTIGLIONI, I., Monte Carlo Simulations in SPECT and PET, Q J Nucl Med 46 1 (2002) 48-61.</p> <p>[2] LJUNGBERG, M., STRAND, S.E., KING, M.A., Monte-Carlo Calculations in Nuclear Medicine, IOP Publishing, Bristol, Philadelphia (1998).</p> <p>[3] ZAIDI, H., Relevance of Accurate Monte Carlo Modelling in Nuclear Medical Imaging, Med Phys 26 4 (1999) 574-608.</p> <p>Codes de simulation spécifiques à la médecine nucléaire : http://depts.washington.edu/simset/html/simset_main.html SIMSET Université de Washington, Département de médecine nucléaire, SimSET, page d'accueil http://www.radfys.lu.se/simind/SIMIND Radiophysique médicale, Département des sciences cliniques, Lund, Université de Lund, SE-221 85 Lund, Suède http://wiki.opengatecollaboration.org/index.php/Users_Guide:Introduction</p> <p>Codes de simulation généraux/programmes de simulation : http://www.irs.inms.nrc.ca/EGSnrc/EGSnrc.html Site de téléchargement d'EGSnrc, Conseil national de recherches Canada https://laws.lanl.gov/vhosts/mcnp.lanl.gov/ MCNP – Code de transport Monte-Carlo à N particules général http://geant4.web.cern.ch/geant4/ Geant4 est un outil dédié à la simulation du passage des particules à travers la matière</p> <p>Publications relatives aux fantômes : 1) Zubal, I.G., Harrell, C.R., Smith, E.O., Rattner, Z., Gindi, G. and Hoffer, P.B. Computerized 3-Dimensional Segmented Human Anatomy Med. Phys. 21(2): 299-302, 1994. 2) http://dmip1.rad.jhmi.edu/xcat/ Medical Imaging Simulation Techniques and Computer Phantoms.</p> <p>Publications relatives à la validation : 1) De Vries, D.J., Moore, S.C., Zimmerman, R.E., Mueller, S.P., Friedland, B., Lanza, R.C. Development and Validation of a Monte Carlo Simulation of Photon Transport in an Anger Camera. IEEE Trans Med Imaging 1990;9:430-8. 2) Narita, Y., Eberl, S., Iida, H., Hutton, B., Braun, M., Nakamura, T. et al. Monte Carlo and Experimental Evaluation of Accuracy and Noise Properties of Two Scatter Correction Methods for SPECT. Phys Med Biol 1996;41:2481-96. 3) Yanch, J.C., Dobrzeniecki, A.B. Monte Carlo Simulation in SPECT: Complete 3D Modelling of Source, Collimator and Tomographic Data Acquisition. IEEE Trans Nucl Sci 1993;40:198-203. 4) Moore, S.C., El Fakhri, G. Realistic Monte Carlo Simulation of Ga-67 SPECT Imaging. IEEE Trans Nucl Sci 2001;48:720-4.</p> <p>Analyse ROC : 1) Metz, C.E., Basic Principles of ROC Analysis. Seminars in Nuclear Medicine, 8, 283-298, 1978. 2) http://www.radiology.uchicago.edu/krl/rocstudy.htm ROC Analysis in Medical Imaging.</p>
--	---

MODULE 10 – APPLICATIONS CLINIQUES	
Objectifs	Comprendre et bien connaître les procédures cliniques qui sont fréquemment appliquées en médecine nucléaire
Durée prévue	10 % de la durée totale du programme
Sous-modules	10.1 Protocoles relatifs aux procédures cliniques de routine 10.2 Artefacts courants sur les images cliniques 10.3 Analyse des examens cliniques courants et sources d'erreurs 10.4 Principes et base physiologique des examens cliniques courants 10.5 Développement de protocoles cliniques afin d'évaluer la dosimétrie des patients 10.6 Optimisation 10.7 Bases physiologiques de l'imagerie TEP
Ouvrages essentiels	[1] BERNIER, D.R., CHRISTIAN, P., LANGAN, J.K. (Eds), Nuclear Medicine, Technology and Techniques, Mosby (2003). [2] EARLY, P.J., SODEE, D.B., Principles and Practice of Nuclear Medicine, 2 nd edn, Mosby (1994). [3] ELL, P., GAMBHIR, S. (Eds), Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment, 3 rd edn., Vol. Section 8, chapter 131, Churchill Livingstone (2004). [4] HENKIN, R.E. et al. (Eds), Nuclear Medicine, Mosby-Elsevier, Philadelphia, PA (2006). [5] SANDLER, M.P., COLEMAN, R.E., Diagnostic Nuclear Medicine, 4 th edn, Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia (2003).
Module 10 - Applications cliniques	
Sous-module 10.1 - Protocoles relatifs aux procédures cliniques de routine	
Objectif	Comprendre et justifier les aspects techniques des procédures cliniques appliquées au sein du service de médecine nucléaire
Conditions préalables	Bonne connaissance des principes de fonctionnement et de l'utilisation des gamma-caméras et des systèmes SPECT présents dans le service où travaille l'interne
Compétence visée	Bonne connaissance de l'incidence des facteurs techniques et du protocole d'acquisition sur le résultat final d'une procédure clinique

Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Facteurs techniques qui influent sur l'acquisition, le traitement et l'affichage des informations cliniques requises ; • Optimisation des paramètres d'acquisition afin d'obtenir le maximum d'informations cliniques possible ; • Optimisation des paramètres de traitement afin d'obtenir le maximum d'informations cliniques possible ; • Aptitude à concevoir et à mettre en œuvre une nouvelle procédure clinique à partir de techniques décrites dans des publications.
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Lire et connaître relativement bien le matériel pédagogique essentiel recommandé pour cette compétence (l'interne pourra être interrogé oralement sur certains de ces aspects ultérieurement) ; • Déterminer les facteurs techniques qui influent sur l'acquisition, le traitement et l'affichage des informations cliniques requises ; • Optimiser les paramètres d'acquisition afin d'obtenir le maximum d'informations cliniques possible ; • Optimiser les paramètres de traitement afin d'obtenir le maximum d'informations cliniques possible ; • Concevoir et mettre en œuvre une nouvelle procédure clinique à partir de techniques décrites dans des publications ; • Effectuer les tâches suivantes : <ol style="list-style-type: none"> 1) Choisir cinq examens parmi les suivants : examen osseux, pulmonaire, cérébral en SPECT, tomoscintigraphie myocardique synchronisée à l'ECG, débit sanguin rénal et fonction rénale, infections/tumeurs, gastroentérologie, endocrinologie et post-traitement ; ces cinq examens doivent comprendre un examen du corps entier, un examen dynamique et un examen en SPECT et faire intervenir au moins trois radionucléides différents ; Pour chaque examen, décrire le protocole clinique appliqué dans votre service et le comparer au protocole correspondant recommandé par la Société de médecine nucléaire ; dans le compte rendu établi, détailler et justifier les éléments suivants : <ul style="list-style-type: none"> ○ indications cliniques ○ préparation du patient ○ choix du radiopharmaceutique ○ préparation (au sein du service) et CQ du radiopharmaceutique ○ activité administrée et mode d'administration ○ type de caméra (simple ou double tête, taille du champ de vue, écart angulaire entre les têtes) et collimateurs ○ fenêtre(s) d'énergie ○ images à acquérir (statiques, corps entier, dynamiques, SPECT, synchronisées) ○ positionnement du patient ○ déroulement de l'examen (combien de temps après administration du radiopharmaceutique, paramètres en fonction des phases en cas d'imagerie dynamique) ○ paramètres d'acquisition (taille de la matrice, durée ou nombre de coups dans l'image, etc.)

	<ul style="list-style-type: none"> ○ en SPECT, nombre d'images, durée d'acquisition d'une image, mode discontinu ou continu ○ traitement d'image nécessaire pour l'affichage final <p>2) Avec l'aide de votre superviseur, choisir un examen qui n'est pas aujourd'hui pratiqué dans le service et, en se servant des ressources ci-après et/ou d'articles scientifiques récents, concevoir un protocole clinique en vue d'une application au sein de votre service ; ce nouveau protocole doit intégrer les paramètres techniques énumérés ci-dessus.</p>
Sources de connaissances	<p>Essentielles</p> <p>[1] EUROPEAN ASSOCIATION OF NUCLEAR MEDICINE, Procedure Guidelines, http://www.eanm.org/publications/guidelines/index.php?navId=3</p> <p>[2] SOCIETY OF NUCLEAR MEDICINE, Procedure Guidelines, http://interactive.snm.org/index.cfm?PageID=772</p> <p>[3] Manuel de procédures du service où travaille l'interne</p> <p>Références</p> <p>[1] BERNIER, D.R., CHRISTIAN, P., LANGAN, J.K. (Eds), Nuclear Medicine, Technology and Techniques, Mosby (2003).</p> <p>[2] DISTANT ASSISTED TRAINING PROGRAMME, Distance assisted training for nuclear medicine technologists. Module 1 Unit 3A. http://www.datnmt.org</p> <p>[3] EARLY, P.J., SODEE, D.B., Principles and Practice of Nuclear Medicine, 2nd edn, Mosby (1994).</p> <p>[4] ELL, P., GAMBHIR, S. (Eds), Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment, 3rd edn., Vol. Section 8, chapter 131, Churchill Livingstone (2004).</p> <p>[5] HENKIN, R.E. et al. (Eds), Nuclear Medicine, Mosby-Elsevier, Philadelphia, PA (2006).</p> <p>[6] SANDLER, M.P., COLEMAN, R.E., Diagnostic Nuclear Medicine, 4th edn, Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia (2003).</p> <p>[7] Manuel de procédures du service de l'hôpital.</p>
Module 10 - Applications cliniques	
Sous-module 10.2 - Artefacts courants sur les images cliniques	
Objectif	Être capable de reconnaître correctement les artefacts courants sur les images de médecine nucléaire et de recommander les actions préventives et correctives nécessaires
Conditions préalables	Bonne connaissance des principes de fonctionnement et de l'utilisation des gamma-caméras et des systèmes SPECT présents dans le service où travaille l'interne

Compétences visées	<p>Bonne connaissance des artefacts courants, de leurs causes et de la manière de les traiter.</p> <p>Aptitude à reconnaître des artefacts sur des images de médecine nucléaire, à déterminer leurs causes probables et à engager une action corrective.</p>
Connaissances clés	<p>Artefacts courants, causes et action corrective</p>
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Lire et connaître relativement bien le matériel pédagogique recommandé pour ce sous-module ; • Reconnaître des artefacts sur des images de médecine nucléaire ; • Déterminer les causes probables de ces artefacts ; • Engager une action corrective pour remédier au problème qui a provoqué l'artefact ; • Optimiser les procédures d'acquisition des données afin d'empêcher l'apparition des artefacts ; • Effectuer les tâches suivantes : <ol style="list-style-type: none"> 1) Incidence des mouvements du patient sur les examens en SPECT : utiliser un ensemble de données d'acquisition patient (projection) pour lequel il n'y a pas de mouvement connu (se servir du sinogramme et des images dynamiques en SPECT pour confirmer ce point) ; déplacer manuellement certaines images dans l'ensemble de données et reconstruire les images ; se servir d'outils logiciels existants et d'une comparaison visuelle pour repérer les éventuels artefacts sur les images reconstruites ; faire des essais en effectuant des déplacements séparément dans le plan des x et dans le plan des y ; on pourra par exemple s'intéresser à un examen cérébral et/ou à une tomoscintigraphie myocardique ; rédiger un compte rendu et commenter les conclusions auxquelles vous avez abouti ; 2) Incidence d'un mauvais choix de collimateur sur le contraste de l'image : <ol style="list-style-type: none"> a) se servir des images d'un fantôme de contraste (pénétramètre en plexiglas) contenant une solution de ^{67}Ga acquises en utilisant un collimateur moyenne énergie usage général et un collimateur basse énergie haute résolution ; comparer les contrastes mesurés sur les différentes images b) de la même manière, utiliser les images d'une source linéaire remplie de ^{67}Ga et acquises avec les différents collimateurs ; mesurer les largeurs à mi-hauteur et les largeurs au dixième de la hauteur de la fonction d'étalement de ligne et les comparer c) se servir des images d'une source ponctuelle de ^{131}I acquises en utilisant des collimateurs basse énergie usage général, basse énergie haute résolution, moyenne énergie usage général et haute énergie usage général ; commenter les différences entre les résultats obtenus d) se servir des images du fantôme de contraste décrit au point a) acquises en utilisant du $^{99\text{m}}\text{Tc}$ au lieu du ^{67}Ga et une fenêtre $^{99\text{m}}\text{Tc}$ avec des collimateurs basse énergie usage général, basse énergie haute résolution, moyenne énergie usage général et

	<p>haute énergie usage général ; noter le contraste mesuré ; des images d'une boîte de Petri contenant une solution de ^{99m}Tc ont été acquises avec les quatre collimateurs ; utiliser ces images pour calculer la sensibilité relative des collimateurs pour le ^{99m}Tc. Dans quel cas peut-on utiliser un collimateur moyenne énergie usage général pour acquérir des images en utilisant du ^{99m}Tc ?</p> <p>3) Incidence d'un réglage incorrecte de la fenêtre d'énergie :</p> <p>a) acquérir des images du fantôme de contraste contenant du ^{67}Ga en utilisant une double et une triple fenêtre en énergie et une image avec une fenêtre ^{99m}Tc et comparer les résultats obtenus</p> <p>b) utiliser les images grand champ d'une source plane de ^{57}Co ; des images grand champ à 4 millions de coups ont été acquises avec une fenêtre de 15 % initialement centrée sur le photopic puis déplacées en deçà et au-delà du pic par incrément de 3 keV ; calculer l'uniformité intégrale et l'uniformité différentielle pour chaque groupe d'images et observer ces dernières ; commenter les éventuels changements constatés</p> <p>4) Incidence de la non-uniformité du collimateur sur l'uniformité de l'image reconstruite en SPECT ;</p> <p>a) utiliser une source plane de ^{57}Co ou un récipient contenant une grande quantité de ^{99m}Tc pour acquérir une image grand champ à 4 millions de coups avec un collimateur basse énergie haute résolution et calculer l'uniformité intégrale et l'uniformité différentielle</p> <p>b) remplir un fantôme cylindrique, par exemple un fantôme de Jaszczak, avec une solution bien mélangée de ^{99m}Tc (300-400 Mbq) et acquérir une image en SPECT ; utiliser le protocole d'acquisition recommandé par l'AAPM (source de connaissances n° 1) ; évaluer l'uniformité de l'image reconstruite visuellement et quantitativement en appliquant la méthode de l'AAPM (3^e protocole de la source de connaissances n° 1)</p> <p>c) attacher solidement un disque (d'environ 2 cm de diamètre) fabriqué dans un matériau qui atténue les photons émis par le ^{99m}Tc de 2 % au maximum à la surface du collimateur et effectuer à nouveau les étapes a) et b) ; la « non-uniformité » doit être initialement placée près du centre du champ de vue puis éloignée par incrément de 5 cm de ce centre</p> <p>d) commenter les éventuels changements observés</p> <p>5) Artefacts Examiner une série d'images (cliniques et de CQ) et émettre des hypothèses sur les causes possibles des artefacts observés ; comparer vos hypothèses aux réponses données par votre superviseur.</p>
--	--

Sources de connaissances	<p>[1] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, Quantitation of SPECT Performance, Report of AAPM Nuclear Medicine Committee Task Group 4, AAPM Rep. 52, New York (1995). http://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_52.PDF</p> <p>[2] DWAMENA, B.A., "Artefacts ", Nuclear Medicine Imaging: A Teaching File, (HABIBIAN, M.R., DELBEKE, D., MARTIN, W.H., SANDLER, M.P. (Eds)), Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA (1999). http://jnm.snmjournals.org/cgi/content/full/42/1/176</p> <p>[3] HOWARTH, D.M., FORSTROM, L.A., O'CONNOR, M.K., THOMAS, P.A., CARDEW, A.P.S.E., Patient-related Pitfalls and Artefacts in Radionuclide Imaging, Seminars in Nuclear Medicine 26 4 (1996).</p> <p>[4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Quality Control Atlas for Scintillation Camera Systems, IAEA, Vienna (2003). http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1141_web.pdf</p>
Module 10 - Applications cliniques	
Sous-module 10.3 - Analyse des examens cliniques courants et sources d'erreurs	
Objectif	Analyser différents examens cliniques courants en utilisant les logiciels fournis par le fabricant ou le distributeur de la gamma-caméra ou des programmes développés au sein du service
Conditions préalables	Bonne connaissance des types d'examens en question et des méthodes utilisées pour les analyser appliquées dans le service où travaille l'interne
Compétence visée	Bonne connaissance des sources d'erreurs qui interviennent dans les procédures cliniques, de leurs conséquences pour les patients et des méthodes de validation de ces procédures.
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Aptitude à déterminer si des analyses cliniques particulières ont été validées en milieu clinique et les limites des études de validation ; • Bonne connaissance des sources des erreurs qui peuvent se produire pendant l'analyse d'examens de médecine nucléaire ; • Comprendre l'incidence du résultat de l'examen sur la gestion du patient et les conséquences d'une erreur sur le résultat.
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Lire et connaître relativement bien le matériel pédagogique essentiel recommandé pour cette compétence ; • Pour différents types d'examens : <ul style="list-style-type: none"> ○ déterminer si l'examen a été validé en contexte clinique et les limites de l'étude de validation

	<ul style="list-style-type: none"> ○ étudier l'incidence du résultat de l'examen sur la gestion du patient ○ apprécier les conséquences d'une erreur sur ce résultat ● Effectuer les tâches suivantes : Choisir un examen réalisé pour chacun des trois types d'examen suivants : tomoscintigraphie myocardique, tomoscintigraphie myocardique synchronisée à l'ECG et débit sanguin rénal et fonction rénale. <p>Pour chaque examen, faire figurer les éléments suivants dans le compte rendu :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Description du protocole clinique appliqué dans votre service : <ol style="list-style-type: none"> a) indications cliniques pour l'examen b) précautions et contre-indications c) préparation du patient 2) Méthode retenue pour effectuer un effort myocardique : <ol style="list-style-type: none"> a) exercice physique b) effort pharmacologique (décrire les agents qui peuvent être utilisés) 3) Choix du radiopharmaceutique : <ol style="list-style-type: none"> a) ^{201}Tl ou $^{99\text{m}}\text{Tc}$ pour la tomoscintigraphie myocardique b) Marquage du sang modifié <i>in vivo</i>, <i>in vivo</i> ou <i>in vitro</i> pour la tomoscintigraphie myocardique synchronisée à l'ECG c) DTPA ou MAG3 pour les examens rénaux d) Fixation, clairance et dosimétrie du radiopharmaceutique 4) Appréciation de l'étude de validation : <ol style="list-style-type: none"> a) l'étude a-t-elle été validée en environnement clinique ? b) décrire le <i>gold standard</i> utilisé pour la validation c) quel a été le résultat de la validation ? évoquer la sensibilité, les spécificités, les coefficients de corrélation et l'analyse ROC utiles d) étudier les limites de la validation 5) Analyser les examens effectués et commenter : <ol style="list-style-type: none"> a) le choix du filtre de fréquences pour la tomoscintigraphie myocardique synchronisée à l'ECG b) le nombre d'images (8, 16 ou 32) pour la tomoscintigraphie myocardique synchronisée à l'ECG c) la sélection automatique, semi-automatique ou manuelle de la région d'intérêt pour la FEVG et l'évaluation de la fonction rénale 6) Bilan de la gestion du patient : <ol style="list-style-type: none"> a) commenter la pertinence clinique de l'examen b) conséquences d'un résultat inexact
--	--

Sources de connaissances	Essentielles [1] SOCIETY OF NUCLEAR MEDICINE, Procedure Guidelines. http://interactive.snm.org/index.cfm?PageID=772 [2] Manuel de procédures du service où travaille l'interne [3] Références fournies par le distributeur et manuels cliniques Références [1] ELL, P., GAMBHIR, S. (Eds), Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment, 3 rd edn., Vol. Section 8, chapter 131, Churchill Livingstone (2004). [2] SANDLER, M.P., COLEMAN, R.E., Diagnostic Nuclear Medicine, 4 th edn, Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia (2003). [3] Moteur de recherche MEDLINE/PubMed mis à disposition par la National Library of Medicine. Voir : http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=PubMed
	Module 10 - Applications cliniques
	Sous-module 10.4 - Principes et base physiologique des examens cliniques courants
Objectif	Être capable d'expliquer les principes et les bases physiologiques des examens cliniques courants et d'appliquer ces connaissances pour mettre au point de nouveaux examens
Conditions préalables	Connaissances de base de la biologie humaine, de la biochimie et du fonctionnement des cellules. Connaissance de base de l'anatomie humaine et de quelques termes médicaux. Aptitude à reconnaître les principaux systèmes d'organes du corps et les os les plus importants. Si l'interne n'a suivi aucune formation dans les domaines mentionnés ci-dessus, il lui est recommandé d'assister à des cours universitaires sur ces questions. Sinon, la plupart des bibliothèques médicales disposent de bons documents d'introduction à ces disciplines. Le programme de formation à distance assistée de l'AIEA contient un module d'« Introduction à la biologie humaine », lequel comprend un cahier d'exercices.
Compétence visée	Comprendre la physiologie des principaux systèmes d'organes du corps et la manière dont la médecine nucléaire peut être utilisée pour dégager des informations sur le fonctionnement de ces systèmes.
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Bases de la biologie humaine, de la biochimie et du fonctionnement des cellules ;

	<ul style="list-style-type: none"> • Incidence des maladies et des troubles physiologiques sur les paramètres quantitatifs mesurés en appliquant des techniques de médecine nucléaire ; • Base physiologique des examens effectués dans le domaine que l'interne a choisi et connaissance des facteurs qui influent sur la qualité et la précision des examens ; • Médicament utilisé pour améliorer ou inhiber la fixation dans certains protocoles d'imagerie ; • Raisons habituelles pour lesquelles les patients doivent subir un examen clinique.
<p>Sujets de formation recommandés</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Passer en revue les principaux domaines d'application clinique ; l'objectif est de disposer d'une vue d'ensemble des connaissances que vous devez posséder pour comprendre les examens cliniques et maîtriser les compétences mentionnées ci-dessus ; c'est le bon moment pour demander l'aide d'un médecin afin de développer les connaissances qui vous manquent ; 2) À partir de ce travail, établissez votre propre programme de travail sur la physiologie et les maladies dans la mesure où celles-ci concernent la médecine nucléaire ; s'intéresser à la fois aux domaines dans lesquels la médecine nucléaire est historiquement très développée (par exemple les examens cardiaques) mais aussi à des connaissances qui peuvent refléter les tendances que vous percevez dans l'évolution de cette discipline (sujets d'actualité) ; 3) À partir de la vue d'ensemble effectuée, et en gardant à l'esprit votre programme de travail, choisir un domaine d'examen clinique que vous souhaiteriez approfondir ; il doit s'agir d'une question d'actualité à laquelle, de préférence, votre service s'intéresse ; 4) Discuter du programme de travail relatif au domaine retenu avec votre superviseur ; vous devez vous mettre d'accord sur le contenu du programme et sur le fait de savoir si ce programme traite le sujet suffisamment en détail ; à l'aide des ressources mentionnées ci-après et de celles qui sont disponibles au sein de votre service, établir un programme de lectures dirigées pour le domaine que vous avez choisi ; 5) Pour ce domaine, préparer un portfolio comportant cinq études de cas ; essayer de sélectionner des études qui reflètent différents aspects de la physiologie et des dysfonctionnements biologiques ainsi que les éventuelles évaluations quantitatives déjà effectuées ; 6) Pour chaque cas, détailler les indications de la procédure, la procédure d'imagerie appliquée (y compris la justification du radiopharmaceutique choisi et son comportement biologique), les méthodes d'analyse et les plages normales de valeur pour les paramètres quantitatifs et la cause physiologique probable d'un éventuel dysfonctionnement ; souvenez-vous qu'il s'agit d'un exercice ; choisissez des cas difficiles qui vous permettront de maîtriser divers aspects de votre programme personnel.

	<p>Si possible, faire en sorte d'assister aux réunions de travail auxquelles participe le médecin nucléaire ou le radiologue. Ces réunions peuvent être une bonne occasion d'approfondir vos connaissances sur l'utilisation clinique des résultats des examens de médecine nucléaire et de vérifier que vous connaissez les procédures cliniques et les mesures quantitatives.</p>
Sources de connaissances	<p>[1] DISTANT ASSISTED TRAINING PROGRAMME, Distance Assisted Training for Nuclear Medicine Technologists. Module 1 Unit 3A. http://www.datnmt.org</p> <p>[2] ELGAZZAR, A.H., The Pathophysiologic Basis of Nuclear Medicine, 2nd edn, Springer, Berlin (2006).</p> <p>Le programme de formation à distance assistée de l'AIEA contient un module d'« Introduction à la biologie humaine », lequel comprend un cahier d'exercices.</p> <p>Il est recommandé à l'interne de suivre une formation universitaire sur la physiologie générale.</p> <p>Reuves Les articles de revue comprennent souvent une brève introduction aux examens cliniques effectués. Il est utile de les lire lorsqu'ils concernent le domaine que vous avez choisi comme sujet principal. Le <i>Journal of Nuclear Medicine</i> et le <i>Journal of Nuclear Medicine Technology</i> publient de bons articles de synthèse. Certains d'entre eux sont accessibles gratuitement sur leur site Internet. Vous pouvez y accéder via http://www.snm.org.</p> <p>Internet Internet offre diverses ressources pour comprendre la physiopathologie. Consulter par exemple http://freebooks4doctors.com ou le <i>Manuel Merck de diagnostic et thérapeutique</i>, http://www.manuelmerck.fr/</p>
	Module 10 - Applications cliniques
	Sous-module 10.5 - Développement de protocoles cliniques afin d'évaluer la dosimétrie des patients
Objectif	<p>Être capable de développer et de valider un protocole qui permet d'évaluer la dose de rayonnements absorbée par les organes critiques après administration d'un nouveau radiopharmaceutique utilisé à des fins diagnostiques</p>

Conditions préalables	Sous-module 6.2 Bonne connaissance des principes de quantification de l'activité à l'aide de l'imagerie 2D et 3D et du formalisme du MIRD pour la dosimétrie interne. Signalons qu'un programme est nécessaire pour effectuer ce module.																																																						
Compétence visée	Aptitude à évaluer la dose patient associée à un nouvel examen de médecine nucléaire.																																																						
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Aptitude à choisir les bonnes modalités d'imagerie et les heures de prélèvement adaptées afin de mesurer correctement l'activité cumulée pour les organes et les éventuelles excrétions dans le but de déterminer la biodistribution et la dosimétrie d'un nouveau radiopharmaceutique ; • Aptitude à choisir et à utiliser les méthodes d'analyse des données adéquates ; • Aptitude à appliquer la méthode du MIRD pour calculer la dose aux organes et la dose efficace ; • Comprendre les limites de la méthode du MIRD pour la dosimétrie interne. 																																																						
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Lire et connaître relativement bien le matériel pédagogique essentiel recommandé pour cette compétence (l'interne pourra être interrogé oralement sur certains de ces aspects ultérieurement) ; • Effectuer les tâches suivantes : Utiliser les données ci-après, obtenues en administrant un produit marqué au ^{99m}Tc à des rats, afin de concevoir des protocoles d'acquisition pour une étude de dosimétrie de phase 1 sur des êtres humains pour cette nouvelle substance. Ces protocoles doivent comprendre une méthode de correction de l'atténuation. Concevoir des tableaux détaillés pour le personnel qui effectue les examens. <p>Un produit marqué au ^{99m}Tc a été injecté à des rates par voie intraveineuse et des groupes d'animaux ont été sacrifiés 10, 30 minutes, 1, 2, 4, 8, 16 et 24 heures après. L'activité urinaire totale a été calculée à ces différents moments. Les résultats obtenus ont été corrigés de la décroissance radioactive et, une fois extrapolés à l'homme, sont présentés ci-après en pourcentage de la dose administrée.</p> <table border="1" data-bbox="464 1592 1439 2011"> <thead> <tr> <th></th> <th>10 mn</th> <th>30 mn</th> <th>1 h</th> <th>2 h</th> <th>4 h</th> <th>8 h</th> <th>16 h</th> <th>24 h</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sang</td> <td>40</td> <td>15</td> <td>7</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>0,5</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>Foie</td> <td>6</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>Poumons</td> <td>2</td> <td>1,8</td> <td>1,5</td> <td>1,0</td> <td>0,8</td> <td>0,6</td> <td>0,4</td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <td>Reins</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>3,5</td> <td>2,5</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Os</td> <td>7</td> <td>18</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>32</td> <td>31</td> <td>33</td> <td>35</td> </tr> </tbody> </table>		10 mn	30 mn	1 h	2 h	4 h	8 h	16 h	24 h	Sang	40	15	7	3	2	1	0,5	0,25	Foie	6	4	3	3	2	2	1	0,5	Poumons	2	1,8	1,5	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	Reins	5	4	4	3	3,5	2,5	2	1	Os	7	18	25	30	32	31	33	35
	10 mn	30 mn	1 h	2 h	4 h	8 h	16 h	24 h																																															
Sang	40	15	7	3	2	1	0,5	0,25																																															
Foie	6	4	3	3	2	2	1	0,5																																															
Poumons	2	1,8	1,5	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2																																															
Reins	5	4	4	3	3,5	2,5	2	1																																															
Os	7	18	25	30	32	31	33	35																																															

	Intestin grêle	0,5	0,8	1,2	1,5	0,8	0,5	0,3	0,1
	Gros intestin	0,4	0,3	0,4	0,6	1,5	2,5	2,3	3,5
	Excrétions urinaires	4	20	28	32	35	40	45	48
	Reste du corps	35,1	36,1	29,9	25,9	22,4	19,9	15,5	11,5
	<p>Effectuer des expériences avec un fantôme anthropomorphe afin de déterminer les erreurs possibles sur la quantification de l'activité et comment celles-ci peuvent influencer sur les estimations de dose absorbée. Dans ce cadre, il faut estimer l'activité séparément à partir d'examen 2D et 3D. L'évaluation des erreurs doit tenir compte des erreurs de recalage et de définition de volume associées à la gamma-caméra hybride.</p>								
Sources de connaissances	<p>Essentielles</p> <p>[1] FOOD & DRUG ADMINISTRATION, FDA Guidance for Industry: Medical Imaging Drug and Biological Products, Part 1: Conducting Safety Assessments (2004).</p> <p>[2] SIEGEL, J.A. et al., MIRDOSE pamphlet no. 16: Techniques for Quantitative Radiopharmaceutical Biodistribution Data Acquisition and Analysis for Use in Human Radiation Dose Estimates, J Nucl Med 40 2 (1999) 37S-61S.</p> <p>[3] STABIN, M.G., MIRDOSE: Personal Computer Software for Internal Dose Assessment in Nuclear Medicine, J Nucl Med 37 3 (1996) 538-46.</p> <p>[4] STABIN, M.G., SIEGEL, J.A., Physical Models and Dose Factors for Use in Internal Dose Assessment, Health Phys 85 (2003) 294-310.</p> <p>[5] MIRDOSE 3.1 or OLINDA/EXM</p> <p>Référence</p> <p>[1] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS, Absorbed-dose Specification in Nuclear Medicine, ICRU Rep. 67, Bethesda, MD (2002).</p>								

	Module 10 - Applications cliniques
	Sous-module 10.6 - Optimisation
Objectif	Comprendre les principes de l'optimisation des procédures de médecine nucléaire
Conditions préalables	Néant
Compétences visées	<p>Comprendre les méthodes utilisées pour effectuer une analyse risques-avantages des procédures de médecine nucléaire diagnostique et thérapeutique.</p> <p>Être capable d'évaluer :</p> <ul style="list-style-type: none"> a) les procédures de médecine nucléaire diagnostique et les informations obtenues pour ce qui est de la dose absorbée par le patient, b) les procédures de radiothérapie métabolique pour ce qui est des possibilités de guérison du patient et des risques de complications.
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Appréciation du compromis entre la dose absorbée par le patient et les informations obtenues pour les procédures de médecine nucléaire diagnostique ; • Appréciation du compromis entre la probabilité de guérison et les risques de complications en radiothérapie métabolique ; • Définition et utilisation adaptée des niveaux de référence diagnostiques (NRD) ; • Manière dont les NRD influent sur les pratiques en milieu clinique.
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Lire et connaître relativement bien les sources de connaissances relatives aux NRD en médecine nucléaire ; • Comprendre pourquoi la réduction de la dose administrée peut affecter la qualité des images ; • Analyser les procédures d'examen et étudier si, même en diminuant la dose administrée, la qualité de l'image pourrait être suffisante ou s'il conviendrait d'augmenter cette dose ; • Rechercher des documents de référence concernant l'utilisation des NRD pour les procédures de médecine nucléaire courantes ; • Comprendre que les NRD sont conçus pour aider le personnel médical à choisir la quantité de radioactivité à administrer pour une procédure de médecine nucléaire diagnostique donnée et que, dans certaines circonstances, il peut être opportun d'aller au-delà des NRD recommandés ; • Connaître les conditions dans lesquelles il est souhaitable de recourir à une technique de réduction de dose comme la réalisation d'un autre examen, une augmentation de l'apport liquidien, une réduction de la

	<p>dose conjuguée à une augmentation de la durée d'examen ou l'utilisation d'agents bloquants de la glande thyroïde ;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bien connaître les points spécifiques à prendre en compte pour les enfants et les personnes jeunes ; • Analyser une procédure de radiothérapie métabolique et étudier la probabilité de guérison et les risques de complications.
Sources de connaissances	<p>[1] ADMINISTRATION OF RADIOACTIVE SUBSTANCES ADVISORY COMMITTEE, Notes for Guidance on the Clinical Administration of Radiopharmaceuticals and Use of Sealed Radioactive Sources, (2006). http://www.arsac.org.uk/notes_for_guidance/index.htm</p> <p>[2] DIAZ, M.P., APARICIO, E.E., RIZO, O.D., DIAZ, R.R., RODRIGUEZ, C.H., Administered Activity Optimization in ^{99m}Tc-MAG3 Renography for Adults, J Nucl Med Technol 31 4 (2003) 216-21.</p> <p>[3] COMMISSION EUROPÉENNE, Radioprotection 109, Conseil sur la mise en œuvre de niveaux de référence diagnostiques pour les expositions médicales (1999). http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/publication/doc/109_fr.pdf</p> <p>[4] HEIKKINEN, J., AHONEN, A., KUIKKA, J.T., RAUTIO, P., Quality of Myocardial Perfusion Single-photon Emission Tomography Imaging: Multicentre Evaluation with a Cardiac Phantom, Eur J Nucl Med 26 10 (1999) 1289-97.</p> <p>[5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Applying Radiation Safety Standards in Nuclear Medicine, Safety Reports Series No. 40, STI/PUB/1207, IAEA, Vienna (2005). http://www.pub.iaea.org/MTCDD/publications/PDF/Pub1207_web.pdf</p> <p>[6] MATTSSON, S., JACOBSSON, L., VESTERGREN, E., The Basic Principles in Assessment and Selection of Reference Doses: Considerations in Nuclear Medicine, Rad Prot Dosim 80 1 (1998) 23-27.</p> <p>[7] MOONEN, M., JACOBSSON, L., Effect of Administered Activity on Precision in the Assessment of Renal Function Using Gamma Camera Renography, Nucl Med Commun 18 4 (1997) 346-51.</p>
	Module 10 - Applications cliniques
	Sous-module 10.7 - Bases physiologiques de l'imagerie TEP
Objectif	Comprendre les principes et les bases physiologiques des examens cliniques courants TEP et TEP-Scan
Conditions préalables	Comprendre les principes des TEP-Scan, y compris l'appareillage, la production de FDG et l'acquisition et la reconstruction des images

Compétences visées	<p>Comprendre les principes et les bases physiologiques des examens cliniques courants TEP et TEP-Scan.</p> <p>Aptitude à reconnaître les aspects normaux sur les examens cérébraux, cardiaques et du corps entier, ainsi que les aspects pathologiques et les artefacts.</p>
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mécanismes de fixation du FDG dans les tissus sains et les tumeurs ; ○ Principales hypothèses du calcul du SUV et relation avec la mesure de la fixation du FDG par la méthode autoradiographique ; ○ Protocoles cliniques applicables à l'imagerie cérébrale, cardiaque et du corps entier au FDG pour les cancers ; ○ Rôle et paramètres habituels de scanographie pour les examens cliniques TEP-Scan ; ○ Sûreté radiologique et dosimétrie des patients pour les examens TEP-Scan.
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> ● Décrire les modalités de fixation du FDG dans les tissus sains et les tumeurs, ainsi que la clairance sanguine, en faisant apparaître les différents mécanismes pour le cerveau, le cœur et les autres organes importants ; étudier également comment la glycémie, l'anxiété et d'autres facteurs influent sur ces processus ; ● Écrire l'équation de calcul de fixation du FDG par la méthode autoradiographique et, en effectuant des hypothèses simplificatrices, montrer comment elle peut permettre de calculer le SUV ; énumérer les principales hypothèses et étudier leur validité ; ● Décrire chacun des protocoles cliniques courants en TEP, en incluant le scanographe lorsqu'il existe (analyser son utilité sur le plan clinique) ; examiner également les questions de sûreté radiologique et de dosimétrie des patients applicables aux TEP-Scan ; ● Étudier en détail les aspects normaux et les aspects anormaux courants (y compris les artefacts) pour l'un des protocoles décrits au point précédent en se servant d'exemples cliniques pour illustrer les principaux éléments ; ● L'interne devrait passer au moins deux semaines dans un service qui dispose d'une caméra TEP.
Sources de connaissances	<p>[1] BAILEY, D.L., TOWNSEND, D.W., VALK, P.E., MAISEY, M.N. (Eds), Positron Emission Tomography: Basic Sciences, Springer-Verlag, London (2005).</p> <p>[2] SEMMLER, W., SCHWAIGER, M. (Eds), Molecular Imaging 1, Handbook of Experimental Pharmacology, Springer-Verlag, Berlin (2008).</p> <p>[3] THIE, J.A., Understanding the Standardized Uptake Value, its Methods, and Implications for Usage, J Nucl Med 45 9 (2004) 1431-4.</p> <p>[4] Examiner des articles parus dans des revues de médecine nucléaire.</p>

MODULE 11 – PRÉPARATION ET CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DES RADIOPHARMACEUTIQUES	
Objectif	Bien connaître les tests de contrôle de la qualité associés à la préparation des médicaments radiopharmaceutiques
Durée prévue	5 % de la durée totale du programme
Sous-modules	11.1 Production et préparation des radiopharmaceutiques 11.2. Contrôle de la qualité des radiopharmaceutiques
Ouvrages essentiels	[1] EARLY, P.J., SODEE, D.B., Principles and Practice of Nuclear Medicine, 2 nd edn, Mosby (1994). [2] SAHA, G.B., Physics and Radiobiology of Nuclear Medicine, 3 rd edn, Springer Verlag (2006).
Module 11 – Préparation et contrôle de la qualité des radiopharmaceutiques	
Sous-module 11.1 - Production et préparation des radiopharmaceutiques	
Objectif	Comprendre les principes de la production et de la préparation des médicaments radiopharmaceutiques utilisés en imagerie nucléaire
Conditions préalables	Sous-module 2.1 Contrôle de l'intensité de rayonnement, y compris le contrôle radiologique du personnel Sous-module 2.2 Expositions dues à des sources non scellées et risque de contamination Sous-module 2.5 Zones affectées à l'utilisation de substances radioactives non scellées
Compétences visées	Bonne connaissance des installations nécessaires à la production des radionucléides et des radiopharmaceutiques. Aptitude à appliquer les protocoles adéquats pour préparer des radiopharmaceutiques marqués au ^{99m} Tc.
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Principes de production des radionucléides • Protocoles de préparation des radiopharmaceutiques
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Étudier la manière dont les radionucléides sont produits et notamment : <ul style="list-style-type: none"> ○ les réacteurs nucléaires et les cyclotrons ○ la production des radionucléides

	<ul style="list-style-type: none"> ○ la chimie du technétium ● Observer le déroulement des procédures de préparation de radiopharmaceutiques, en s'intéressant notamment : <ul style="list-style-type: none"> ○ aux générateurs de radionucléides ○ aux techniques de laboratoire ○ à la préparation des radiopharmaceutiques ● Réaliser des mesures sur des radionucléides : <ul style="list-style-type: none"> ○ activité totale de l'éluat en utilisant un activimètre ○ calcul de la concentration d'activité ● Étudier les besoins en radionucléides et en radiopharmaceutiques de l'imagerie clinique : <ul style="list-style-type: none"> ○ le ^{99m}Tc-MDP pour l'imagerie osseuse ○ le ^{99m}Tc-DTPA, le ^{99m}Tc-DMSA et le ^{99m}Tc-MAG3 pour l'imagerie rénale ○ le ^{99m}Tc-DISIDA pour l'imagerie hépato-biliaire ○ marquage des hématies par un produit à base d'étain et de ^{99m}Tc pour l'imagerie cardiaque et les examens fonctionnels ○ etc.
<p>Sources de connaissances</p>	<p>[1] DISTANT ASSISTED TRAINING PROGRAMME, Distance Assisted Training for Nuclear Medicine Technologists. Module 1 Unit 3A. www.datnm.org</p> <p>[2] EMERALD CONSORTIUM, European Medical Radiation Learning Development (EMERALD), Student Training Workbook, Module 2, Physics of Nuclear Medicine, (2001). http://emitdictionary.co.uk/Emerald2/emit/Emerald2/nm_mod/workbook/nm_cover2.pdf</p> <p>[3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Technetium-99m Radiopharmaceuticals: Manufacture of Kits, Technical Reports Series No. 466, IAEA, Vienna (2008). http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/trs466_web.pdf</p> <p>[4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Production of ^{99m}Tc Radiopharmaceuticals for Brain, Heart and Kidney Imaging, IAEA-TECDOC-805, IAEA, Vienna (1995). http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_805_web.pdf</p> <p>[5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Medicine Resources Manual, IAEA, Vienna (2006). http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1198_web.pdf</p> <p>[6] MILLAR, A.M., "Documentation, labelling, packaging and transportation", Textbook of radiopharmacy: theory and practice, (SAMPSON, C.B. (Ed.), Gordon and Breach, New York (1999) 195–204.</p> <p>[7] THEOBALD, A.E., "Quality control of radiopharmaceuticals", Textbook of radiopharmacy: theory and practice, (SAMPSON, C.B. (Ed.), Gordon and Breach, New York (1999) 145–185.</p>

Module 11 – Préparation et contrôle de la qualité des radiopharmaceutiques	
Sous-module 11.2 - Contrôle de la qualité des radiopharmaceutiques	
Objectif	Connaître les contrôles de la qualité des radiopharmaceutiques
Conditions préalables	Sous-module 11.1 Production et préparation des radiopharmaceutiques
Compétences visées	<p>Comprendre les méthodes de contrôle de la qualité et leur importance pour les radiopharmaceutiques.</p> <p>Être capable d'effectuer des tests de CQ de base sur les radiopharmaceutiques.</p>
Connaissances clés	<ul style="list-style-type: none"> • Principes du contrôle de la qualité et importance des essais pour la qualité des examens ; • Comprendre les tests de contrôle de la qualité, notamment ceux qui concernent : <ul style="list-style-type: none"> ○ les caractéristiques physiques ○ la pureté radionucléidique ○ la pureté radiochimique ○ la pureté chimique • Asepsie lors de la préparation quotidienne des radiopharmaceutiques : <ul style="list-style-type: none"> ○ contrôle de la qualité biologique ○ techniques qui permettent de garantir la pureté des radiopharmaceutiques
Sujets de formation recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Étudier les principes du contrôle de la qualité des radiopharmaceutiques ; • Étudier la documentation existante et les résultats des procédures de contrôle de la qualité, suggérer de nouvelles actions ; • Observer le déroulement de procédures de CQ, y compris celles qui concernent le contrôle de la qualité biologique : <ul style="list-style-type: none"> ○ stérilité ○ test pyrogène • Réaliser le CQ de radiopharmaceutiques en effectuant notamment les tâches suivantes : <ul style="list-style-type: none"> ○ contrôle de la pureté chimique par des méthodes chromatographiques ○ classification des impuretés ○ préparation d'une chromatographie sur couche mince de gel de silice

	<ul style="list-style-type: none"> ○ calcul en pourcentage de l'activité du pertechnétate libre et du technétium réduit et hydrolysé ○ résultats habituels lorsque le radiopharmaceutique est conforme aux critères d'acceptation ○ déterminer la quantité de molybdène présente dans l'éluat à l'aide d'un cylindre en plomb et la contamination par l'alumine en effectuant un test colorimétrique <ul style="list-style-type: none"> • Montrer l'intérêt de chaque test de CQ pour la qualité des examens et la sécurité des patients.
Sources de connaissances	<p>[1] DISTANT ASSISTED TRAINING PROGRAMME, Distance Assisted Training for Nuclear Medicine Technologists. Module 1 Unit 3A, http://www.datnmt.org</p> <p>[2] EMERALD CONSORTIUM, European Medical Radiation Learning Development (EMERALD), Student Training Workbook, Module 2, Physics of Nuclear Medicine, (2001). http://emitdictionary.co.uk/Emerald2/emit/Emerald2/nm_mod/workbook/nm_cover2.pdf</p> <p>[3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Technetium-99m Radiopharmaceuticals: Manufacture of Kits, Technical Reports Series No. 466, IAEA, Vienna (2008). http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/trs466_web.pdf</p> <p>[4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Medicine Resources Manual, IAEA, Vienna (2006). http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1198_web.pdf</p> <p>[5] MILLAR, A.M., "Documentation, labelling, packaging and transportation", Textbook of radiopharmacy: theory and practice, (SAMPSON, C.B. (Ed.), Gordon and Breach, New York (1999) 195–204.</p> <p>[6] THEOBALD, A.E., "Quality control of radiopharmaceuticals", Textbook of radiopharmacy: theory and practice, (SAMPSON, C.B. (Ed.), Gordon and Breach, New York (1999) 145–185.</p>

APPENDICE V.

ÉVALUATION DES COMPÉTENCES

FORMULAIRE D'ÉVALUATION DES COMPÉTENCES	173
EXPLICATION CONCERNANT LE PROCESSUS D'ÉVALUATION.....	174
NOTES IMPORTANTES	174
CRITÈRES D'ÉVALUATION.....	175
EXEMPLE DE TABLEAU D'ÉVALUATION D'UN SOUS-MODULE.....	176
RÉSUMÉ DE L'ÉVALUATION.....	177
Module 1 : Connaissance de la réalité clinique	177
Module 2 : Radioprotection.....	177
Module 3 : Recherche-développement et enseignement	178
Module 4 : Développement professionnel et gestion	178
Module 5 : Achat, recette et mise en service des appareils	179
Module 6 : Mesures de radioactivité et dosimétrie interne	179
Module 7 : Contrôle de la qualité des appareils de médecine nucléaire.....	180
Module 8 : Radiothérapie métabolique	180
Module 9 : Informatique et réseaux cliniques	181
Module 10 : Applications cliniques.....	182
Module 11 : Préparation et contrôle de la qualité des radiopharmaceutiques	182
MODULE 1 : CONNAISSANCE DE LA RÉALITÉ CLINIQUE	183
Sous-module 1.1 : Principes essentiels de l'anatomie et de la physiologie utiles au physicien en médecine nucléaire.....	183
Sous-module 1.2 : Principes fondamentaux de la radiobiologie et de l'épidémiologie	184
Sous-module 1.3 : Activités et facteurs cliniques qui influent sur les soins donnés aux patients.....	185
MODULE 2 : RADIOPROTECTION.....	186
Sous-module 2.1 : Contrôle de l'intensité de rayonnement, y compris le contrôle radiologique du personnel.....	186
Sous-module 2.2 : Expositions dues à des sources non scellées et risque de contamination	187
Sous-module 2.3 : Principe ALARA et précautions relatives à la sûreté radiologique applicables en médecine nucléaire	189

Sous-module 2.4 :	Évaluation des risques et conseils donnés au personnel, aux patients et à d'autres personnes concernant les risques radiologiques.....	190
Sous-module 2.5 :	Zones affectées à l'utilisation de substances radioactives non scellées.....	192
Sous-module 2.6 :	Prise en compte des considérations relatives à la protection contre les rayonnements lors de la conception de nouvelles installations.....	193
Sous-module 2.7 :	Contrôles réglementaires et autres directives permettant une utilisation sûre des rayonnements ionisants en médecine nucléaire.....	194
MODULE 3 :	RECHERCHE-DÉVELOPPEMENT ET ENSEIGNEMENT	195
Sous-module 3.1 :	Recherche-développement.....	195
Sous-module 3.2 :	Enseignement.....	196
MODULE 4 :	DÉVELOPPEMENT PROFESSIONNEL ET GESTION.....	198
Sous-module 4.1 :	Connaissance de la réalité professionnelle	198
Sous-module 4.2 :	Communication.....	199
Sous-module 4.3 :	Gestion de la qualité	200
Sous-module 4.4 :	Vérification clinique	201
MODULE 5 :	ACHAT, RECETTE ET MISE EN SERVICE DES APPAREILS	202
Sous-module 5.1 :	Acquisition et cycle de vie des appareils de médecine nucléaire	202
Sous-module 5.2 :	Recette des activimètres	203
Sous-module 5.3 :	Recette des détecteurs à scintillation et des compteurs puits	204
Sous-module 5.4 :	Recette et mise en service des gamma-caméras, des caméras SPECT et des scanners.....	205
Sous-module 5.5 :	Recette et mise en service des TEP-Scan	206
MODULE 6 :	MESURES DE RADIOACTIVITÉ ET DOSIMÉTRIE INTERNE	207
Sous-module 6.1 :	Utilisation d'étalons traçables pour les mesures de radioactivité	207
Sous-module 6.2 :	Théorie et pratique de la dosimétrie interne	208
Sous-module 6.3 :	Dose reçue en cas d'administration de radiopharmaceutiques à des fins diagnostiques	209
Sous-module 6.4 :	Valeurs quantitatives obtenues grâce à l'imagerie nucléaire.....	210
Sous-module 6.5 :	Dosimétrie personnalisée.....	211
MODULE 7 :	CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DES APPAREILS DE MÉDECINE NUCLÉAIRE.....	213
Sous-module 7.1 :	Conception et supervision d'un programme de CQ de routine ...	213
Sous-module 7.2 :	CQ des activimètres.....	214
Sous-module 7.3 :	CQ des détecteurs à scintillation et des compteurs puits.....	215
Sous-module 7.4 :	CQ des gamma-caméras et des caméras SPECT.....	216
Sous-module 7.5 :	CQ des TEP-Scan	218
Sous-module 7.6 :	CQ des dispositifs d'affichage et d'impression	219
Sous-module 7.7 :	CQ des appareils DEXA.....	220

**ÉVALUATION DES COMPÉTENCES DES
INTERNES ENGAGÉS DANS LE
PROGRAMME DE FORMATION CLINIQUE DES
PHYSICIENS EN MÉDECINE NUCLÉAIRE**

Nom de l'interne : _____

Nom du superviseur clinique : _____

(Note : Se référer à l'appendice IV (*Guide de formation clinique*) pour connaître les sujets de formation recommandés pour chaque sous-module)

EXPLICATION CONCERNANT LE PROCESSUS D'ÉVALUATION

L'évaluation prévoit de noter les connaissances et les compétences pratiques prévues dans les sous-modules. Lorsqu'un sous-module contient plus d'une connaissance ou plus d'une compétence pratique, ces dernières sont complétées par un a, un b, etc. Le sous-module 5.10 comporte, par exemple, une connaissance a et une connaissance b, ainsi qu'une compétence pratique a et une compétence pratique b.

Lors de l'évaluation d'une connaissance, il y a deux niveaux possibles. Une note de 2 indique une compréhension de base des connaissances clés, tandis que le niveau 1 correspond au niveau requis pour un physicien en médecine nucléaire en activité.

Pour l'évaluation d'une compétence pratique, il y a trois niveaux possibles. Chacun d'entre eux comporte des indicateurs descriptifs afin de maintenir la cohérence des évaluations de compétences. L'indicateur descriptif pour un niveau doit être envisagé par rapport aux indicateurs des niveaux inférieurs. Ainsi, lorsque l'on envisage de mettre la note 1, il convient de s'assurer que l'interne a fait la preuve qu'il maîtrisait les compétences qui figurent dans les niveaux 3 et 2.

Un interne peut progresser de plus d'un niveau lors d'une évaluation. De même, lors de la première évaluation d'une compétence d'un sous-module donné, il peut obtenir n'importe quelle note. Il peut également arriver qu'il régresse entre une évaluation et la suivante, par exemple qu'il obtienne la note de 2 puis plus tard la note de 3. Une évaluation fictive pour un sous-module est présentée ci-après.

Comme le montrent les critères, l'évaluation des compétences ne consiste pas seulement à apprécier l'aptitude technique de l'interne mais également si ses qualités professionnelles (sur des points comme la sûreté des pratiques ou les capacités de communication) sont celles que l'on attend d'un physicien médical qualifié spécialisé en médecine nucléaire.

NOTES IMPORTANTES :

Le présent document devrait être conservé par l'interne pendant toute la durée de son programme de formation clinique. Il peut être examiné par le coordonnateur national du programme ou par une autre personne responsable à n'importe quel moment. Il doit également être présenté au coordonnateur national du programme juste avant l'épreuve orale finale.

Il est conseillé d'effectuer une copie du présent document à intervalles réguliers ; cette copie devrait être conservée par le superviseur clinique. Si l'interne perd l'exemplaire qui est en sa possession, l'exemplaire du superviseur constituera une trace relativement à jour de l'évaluation des compétences.

CRITÈRES D'ÉVALUATION

Le processus d'évaluation a principalement deux objectifs :

- 1) Déterminer si l'interne possède les connaissances, l'expérience et les compétences lui permettant d'accomplir de manière satisfaisante les tâches cliniques courantes du physicien en médecine nucléaire ;
- 2) Convaincre l'organisation professionnelle concernée et/ou l'autorité nationale responsable¹¹ que l'interne est en mesure de travailler de manière professionnelle et sûre en tant que physicien en médecine nucléaire compétent sur le plan clinique.

Ces objectifs nécessitent une évaluation des aptitudes démontrées par l'interne pendant la formation telles qu'elles sont apparues lors du processus d'évaluation décrit dans le présent document. Les critères d'évaluation utilisés comportent les indicateurs de compétences suivants :

- 1) Attention, logique et sérieux de l'approche pour les tâches à accomplir ;
- 2) Confiance en soi et connaissance des limites de ses connaissances et de ses compétences ;
- 3) Large compréhension des tâches à accomplir ou des sujets abordés ;
- 4) Connaissance théorique suffisante de la physique de la médecine nucléaire ;
- 5) Capacité à détecter et à définir un problème, puis à élaborer des stratégies pour y remédier ;
- 6) Compétences pratiques pour réaliser des tâches et les terminer dans les délais impartis ;
- 7) Compréhension claire des diverses procédures qui entrent en jeu dans les tâches effectuées durant la formation et dans l'examen de celles-ci ;
- 8) Connaissance des normes applicables et, dans la plupart des cas, du type de résultat attendu lorsqu'une tâche est effectuée ;
- 9) Capacité à interpréter correctement les données même si elles sont nouvelles ou non normalisées ;
- 10) Appréciation de la portée des résultats obtenus lors de la réalisation d'une tâche et de leur applicabilité dans un service de médecine nucléaire ;
- 11) Capacité à évaluer, de manière critique, les processus et leurs résultats, et à porter des jugements de valeur dans certains cas ;
- 12) Capacité à communiquer avec clarté, logique et précision des informations scientifiques, et notamment à expliquer une tâche pendant qu'elle est réalisée ;
- 13) Capacité à assumer la responsabilité des travaux effectués.

¹¹ Voir l'appendice III.1.1.

EXEMPLE DE TABLEAU D'ÉVALUATION D'UN SOUS-MODULE

Sous-module 5.1 : Acquisition et cycle de vie des appareils de médecine nucléaire

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les procédures de recette et de maintenance des appareils ainsi que de vérification de leurs performances à l'issue d'une maintenance.	Montre une connaissance de base des éléments génériques du cycle de vie des appareils de médecine nucléaire, notamment de la programmation, de l'achat, de la recette, de la mise en service, de la maintenance et de la vérification des performances à l'issue d'une maintenance.	Montre une bonne connaissance des différents éléments du cycle de vie des appareils de médecine nucléaire.
Date	3 mars 2010	6 juin 2010
Paraphe du superviseur	<i>McL</i>	<i>McL</i>

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Capacité à effectuer des demandes budgétaires, à établir un cahier des charges et à acquérir un appareil adéquat via un appel d'offres.	Est capable de participer au processus de demande budgétaire, d'établir un cahier des charges et d'acquérir un appareil via un appel d'offres. A besoin d'aide concernant les notions en jeu.	Est capable de fournir les données « physiques » pour les demandes budgétaires, l'établissement du cahier des charges et l'acquisition d'un appareil via un appel d'offres. A peu besoin d'aide pour que tous les éléments nécessaires soient présents. Toutes les omissions sont mineures.	Est capable de fournir les données « physiques » pour les demandes budgétaires, l'établissement du cahier des charges et l'acquisition d'un appareil via un appel d'offres de manière autonome.
Date	6 juin 2010		19 déc. 2010
Paraphe du superviseur	<i>McL</i>		<i>McL</i>

Date	Observations du superviseur
3 mars 2010	Doit apprendre plus en détail les principes dont il est question.
6 juin 2010	A réalisé de grands progrès concernant cette compétence.
19 déc. 2010	L'interne est capable de fournir des données d'entrée pour les appels d'offres émis par le service.

RÉSUMÉ DE L'ÉVALUATION

MODULE 1 : CONNAISSANCE DE LA RÉALITÉ CLINIQUE

	Niveau de compétence atteint (date)					
	Connaissances			Compétences pratiques		
	2	1		3	2	1
1.1 Principes essentiels de l'anatomie et de la physiologie utiles au physicien en médecine nucléaire	a)					
	b)					
1.2 Principes fondamentaux de la radiobiologie et de l'épidémiologie						
1.3 Activités et facteurs cliniques qui influent sur les soins donnés aux patients <ul style="list-style-type: none"> ◦ Médecine nucléaire ◦ Radiologie ◦ Radio-oncologie ◦ Autres domaines 						

MODULE 2 : RADIOPROTECTION

	Niveau de compétence atteint (date)					
	Connaissances			Compétences pratiques		
	2	1		3	2	1
2.1) Contrôle de l'intensité de rayonnement, y compris le contrôle radiologique du personnel.	a)					
	b)					
2.2) Expositions dues à des sources non scellées et risque de contamination.			a)			
			b)			
2.3) Principe ALARA et précautions relatives à la sûreté radiologique applicables en médecine nucléaire.						
2.4) Évaluation des risques et conseils donnés au personnel, aux patients et à d'autres personnes concernant les risques radiologiques.	a)					
	b)					
	c)					

2.5) Zones affectées à l'utilisation de substances radioactives non scellées.	a) b)					
2.6) Prise en compte des considérations relatives à la protection contre les rayonnements lors de la conception de nouvelles installations.	a) b)					
2.7) Contrôles réglementaires et autres directives permettant une utilisation sûre des rayonnements ionisants en médecine nucléaire.						

MODULE 3 : RECHERCHE-DÉVELOPPEMENT ET ENSEIGNEMENT

	Niveau de compétence atteint (date)					
	Connaissances			Compétences pratiques		
	2	1		3	2	1
3.1 Recherche-développement.						
3.2 Enseignement.						

MODULE 4 : DÉVELOPPEMENT PROFESSIONNEL ET GESTION

	Niveau de compétence atteint (date)					
	Connaissances			Compétences pratiques		
	2	1		3	2	1
4.1 Connaissance de la réalité professionnelle.						
4.2 Communication.						
4.3 Gestion de la qualité.						
4.4 Vérification clinique.						

MODULE 5 : ACHAT, RECETTE ET MISE EN SERVICE DES APPAREILS

	Niveau de compétence atteint (date)				
	Connaissances			Compétences pratiques	
	2	1		3	2
5.1 Acquisition et cycle de vie des appareils de médecine nucléaire.					
5.2 Recette des activimètres.					
5.3 Recette des détecteurs à scintillation et des compteurs puits.					
5.4 Recette et mise en service des gamma-caméras, des caméras SPECT et des scanners.					
5.5 Recette et mise en service des TEP-Scan.			a) b)		

MODULE 6 : MESURES DE RADIOACTIVITÉ ET DOSIMÉTRIE INTERNE

	Niveau de compétence atteint (date)				
	Connaissances			Compétences pratiques	
	2	1		3	2
6.1 Utilisation d'étalons traçables pour les mesures de radioactivité.					
6.2 Théorie et pratique de la dosimétrie interne.					
6.3 Dose reçue en cas d'administration de radiopharmaceutiques à des fins diagnostiques.					
6.4 Valeurs quantitatives obtenues grâce à l'imagerie nucléaire.					
6.5 Dosimétrie personnalisée.					

MODULE 7 : CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DES APPAREILS DE MÉDECINE NUCLÉAIRE

	Niveau de compétence atteint (date)					
	Connaissances			Compétences pratiques		
	2	1		3	2	1
7.1 Conception et supervision d'un programme de CQ de routine.						
7.2 CQ des activimètres.						
7.3 CQ des détecteurs à scintillation et des compteurs puits.						
7.4 CQ des gamma-caméras et des caméras SPECT.			a) b)			
7.5 CQ des TEP-Scan.						
7.6 CQ des dispositifs d'affichage et d'impression.	a) b)					
7.7 CQ des appareils DEXA.						

MODULE 8 : RADIOTHÉRAPIE MÉTABOLIQUE

	Niveau de compétence atteint (date)					
	Connaissances			Compétences pratiques		
	2	1		3	2	1
8.1 Principes de la radiothérapie métabolique.						
8.2 Aménagement des installations de radiothérapie métabolique.						
8.3 Procédures de traitement.						
8.4 Sélection des radiopharmaceutiques en médecine nucléaire thérapeutique.	a) b)					
8.5 Dosimétrie relative aux procédures de radiothérapie métabolique.						

8.6 Précautions de sûreté radiologique applicables à la radiothérapie métabolique.	a)		a)		
	b)		b)		

MODULE 9 : INFORMATIQUE ET RÉSEAUX CLINIQUES

	Niveau de compétence atteint (date)					
	Connaissances			Compétences pratiques		
	2	1		3	2	1
9.1 Utilisation d'une station de travail clinique d'acquisition et de traitement des données.						
9.2 Administration d'un système informatique.						
9.3 Premier niveau d'assistance en cas de problème informatique.			a) b)			
9.4 Techniques de traitement des images informatiques.						
9.5 Analyser des images en utilisant un langage de programmation de haut niveau (facultatif).						
9.6 Reconstruction, recalage et fusion d'images et modélisation cinétique des traceurs.			a) b)			
9.7 Formats de fichiers images couramment utilisés en médecine nucléaire.						
9.8 Réseaux informatiques, PACS, SIR et SIH.			a) b) c)			
9.9 Validation des logiciels : simulations informatiques, fantômes et données cliniques.			a) b)			

MODULE 10 : APPLICATIONS CLINIQUES

	Niveau de compétence atteint (date)					
	Connaissances			Compétences pratiques		
	2	1		3	2	1
10.1 Protocoles relatifs aux procédures cliniques de routine.						
10.2 Artefacts courants sur les images cliniques.						
10.3 Analyse des examens cliniques courants et sources d'erreurs.						
10.4 Principes et base physiologique des examens cliniques courants.						
10.5 Développement de protocoles cliniques afin d'évaluer la dosimétrie des patients.						
10.6 Optimisation.				a) b)		
10.7 Bases physiologiques de l'imagerie TEP.						

MODULE 11 : PRÉPARATION ET CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DES RADIOPHARMACEUTIQUES

	Niveau de compétence atteint (date)					
	Connaissances			Compétences pratiques		
	2	1		3	2	1
11.1 Production et préparation des radiopharmaceutiques						
11.2 Contrôle de la qualité des radiopharmaceutiques						

MODULE 1 : CONNAISSANCE DE LA RÉALITÉ CLINIQUE

- 1.1 Principes essentiels de l'anatomie et de la physiologie utiles au physicien en médecine nucléaire
- 1.2 Principes fondamentaux de la radiobiologie et de l'épidémiologie
- 1.3 Activités et facteurs cliniques qui influent sur les soins donnés aux patients

Sous-module 1.1 : Principes essentiels de l'anatomie et de la physiologie utiles au physicien en médecine nucléaire

Socle de connaissances a)	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre l'anatomie et la physiologie telles qu'elles apparaissent sur les images de médecine nucléaire et lors des examens dynamiques.	Montre une compréhension de base de l'anatomie et de la physiologie telles qu'elles apparaissent sur les images de médecine nucléaire statiques et dynamiques.	Montre une bonne compréhension de l'anatomie et de la physiologie telles qu'elles apparaissent sur les images de médecine nucléaire statiques et dynamiques.
Date		
Paraphe du superviseur		
Socle de connaissances b)	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Connaissances de base de l'anatomie et de la physiologie telles qu'elles apparaissent sur d'autres types d'images médicales.	Montre une connaissance de base de l'anatomie et de la physiologie telles qu'elles apparaissent sur deux des types d'images médicales suivantes : radiographies, scanographies, images IRM, échographies.	Montre une connaissance de base de l'anatomie et de la physiologie telles qu'elles apparaissent sur les types d'images médicales suivantes : radiographies, scanographies, images IRM, échographies.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Capacité à discuter avec des spécialistes de médecine nucléaire des caractéristiques notables des images diagnostiques.	Est peu capable de discuter avec des spécialistes médicaux des caractéristiques notables des images de médecine nucléaire.	Bonne connaissance des caractéristiques notables des images de médecine nucléaire. N'est toutefois pas encore capable de contribution personnelle lors d'une discussion avec des spécialistes médicaux.	Est capable d' échanger des avis personnels avec des spécialistes médicaux sur les caractéristiques notables des images de médecine nucléaire.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 1.2 : Principes fondamentaux de la radiobiologie et de l'épidémiologie

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les principes fondamentaux de la radiobiologie et de l'épidémiologie.	Montre une connaissance de base de la plupart des aspects de la radiobiologie et de l'épidémiologie qui intéressent l'imagerie nucléaire.	Montre une bonne connaissance de tous les aspects de la radiobiologie et de l'épidémiologie qui intéressent l'imagerie nucléaire.
Date		
Paraphe du superviseur		

Date	Observations du superviseur

Sous-module 1.3 : Activités et facteurs cliniques qui influent sur les soins donnés aux patients.

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les facteurs qui influent sur les soins donnés aux patients.	Montre une connaissance de base des activités cliniques et de leurs rapports avec les soins donnés aux patients.	Montre une bonne connaissance des activités cliniques et de leurs rapports avec les soins donnés aux patients.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Capacité à discuter des activités cliniques et de leur lien avec les soins donnés aux patients dans les domaines suivants.	Montre une capacité limitée à contribuer à une discussion sur les caractéristiques importantes des activités cliniques et sur leur lien avec les soins donnés aux patients.	Est capable d'une contribution personnelle et pertinente lors d'une discussion sur les caractéristiques importantes des activités cliniques et sur leur lien avec les soins donnés aux patients.
Date – Médecine nucléaire		
Paraphe du superviseur		
Date – Radiologie		
Paraphe du superviseur		
Date – Radio-oncologie		
Paraphe du superviseur		
Date – Autres domaines		
Paraphe du superviseur		

Date	Observations du superviseur

MODULE 2 : RADIOPROTECTION

- 2.1 Contrôle de l'intensité de rayonnement, y compris le contrôle radiologique du personnel
- 2.2 Expositions dues à des sources non scellées et risque de contamination
- 2.3 Principe ALARA et précautions relatives à la sûreté radiologique applicables en médecine nucléaire
- 2.4 Évaluation des risques et conseils donnés au personnel, aux patients et à d'autres personnes concernant les risques radiologiques
- 2.5 Zones affectées à l'utilisation de substances radioactives non scellées
- 2.6 Prise en compte des considérations relatives à la protection contre les rayonnements lors de la conception de nouvelles installations
- 2.7 Contrôles réglementaires et autres directives permettant une utilisation sûre des rayonnements ionisants en médecine nucléaire

Sous-module 2.1 : Contrôle de l'intensité de rayonnement, y compris le contrôle radiologique du personnel

Socle de connaissances a)	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre le principe de fonctionnement des appareils utilisés pour contrôler l'intensité du rayonnement en médecine nucléaire.	Montre une connaissance de base du principe de fonctionnement et des limites de plusieurs appareils utilisés pour contrôler l'intensité du rayonnement.	Montre une bonne connaissance du principe de fonctionnement et des limites des appareils utilisés pour contrôler l'intensité du rayonnement.
Date		
Paraphe du superviseur		
Socle de connaissances b)	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre l'objectif, les principes et le fonctionnement des programmes de dosimétrie du personnel.	Montre une connaissance de base des principes de fonctionnement et des limites de plusieurs dosimètres individuels .	Montre une bonne connaissance des principes de fonctionnement et des limites de la plupart des dosimètres individuels qui intéressent la médecine nucléaire .
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à mesurer des intensités de rayonnement et à effectuer des mesures de contamination quantitatives.	Est capable de mesurer des intensités de rayonnement et d'effectuer des mesures de contamination quantitatives. A besoin d'être encadré.	Est capable de mesurer des intensités de rayonnement et d'effectuer des mesures de contamination quantitatives. A peu besoin d'être encadré.	Est capable de mesurer des intensités de rayonnement et d'effectuer des mesures de contamination quantitatives de manière autonome.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 2.2 : Expositions dues à des sources non scellées et risque de contamination

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Connaître les méthodes qui permettent de réduire les expositions.	Possède une connaissance de base des méthodes qui permettent de réduire les expositions.	Possède une bonne connaissance des méthodes qui permettent de réduire les expositions.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques a)	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à manipuler de façon sûre des sources radioactives non scellées.	A besoin d'être étroitement encadré pour manipuler des sources radioactives non scellées de façon sûre.	A peu besoin d'être encadré pour manipuler des sources radioactives non scellées de façon sûre.	Est capable de manipuler des sources radioactives non scellées de façon sûre.
Date			
Paraphe du superviseur			
Compétences pratiques b)	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à gérer les accidents et les fuites radioactives.	Est capable de participer à une intervention en cas d'accident ou de fuite. A besoin d'être étroitement encadré.	A peu besoin d'être aidé en cas d'intervention pour un accident ou une fuite.	Est capable d' intervenir de manière autonome en cas d'accident ou de fuite.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 2.3 : Principe ALARA et précautions relatives à la sûreté radiologique applicables en médecine nucléaire

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les modalités d'application du principe ALARA.	Montre une compréhension de base de la nécessité de maintenir les doses au niveau le plus bas qu'il est raisonnablement possible d'atteindre et de veiller au respect de la réglementation.	Montre une bonne compréhension de la nécessité de maintenir les doses au niveau le plus bas qu'il est raisonnablement possible d'atteindre et de veiller au respect de la réglementation.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à appliquer la réglementation relative à la radioprotection à la pratique clinique de la médecine nucléaire.	Est capable d'appliquer la réglementation relative à la radioprotection s'il est encadré. A besoin d'aide pour déterminer et mettre en œuvre les mesures correctives nécessaires.	Est capable d'appliquer la réglementation relative à la radioprotection avec peu d'encadrement . Peut déterminer et mettre en œuvre la plupart des mesures correctives.	Est capable d'appliquer la réglementation relative à la radioprotection et de déterminer et mettre en œuvre les mesures correctives nécessaires de manière autonome .
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 2.4 : Évaluation des risques et conseils donnés au personnel, aux patients et à d'autres personnes concernant les risques radiologiques

Socle de connaissances a)	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les méthodes qui permettent d'estimer la dose efficace reçue par le patient lors d'un examen diagnostique de médecine nucléaire.	Possède une connaissance de base des méthodes qui permettent d'estimer la dose efficace reçue par le patient lors d'un examen diagnostique de médecine nucléaire.	Possède une bonne connaissance des méthodes qui permettent d'estimer la dose efficace reçue par le patient lors d'un examen diagnostique de médecine nucléaire.
Date		
Paraphe du superviseur		
Socle de connaissances b)	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Connaissance des risques associés aux expositions aux rayonnements.	Montre une connaissance de base des exigences réglementaires et des principes de l'évaluation des risques et des dispositifs de contrôle. A besoin d'aide pour en comprendre les aspects les plus difficiles .	Montre une bonne connaissance de tous les aspects de l'évaluation des risques et des dispositifs de contrôle et est capable de les expliquer à d'autres personnes.
Date		
Paraphe du superviseur		
Socle de connaissances c)	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les procédures d'évaluation des risques.	Possède une connaissance de base des procédures d'évaluation des risques. A besoin d'aide pour identifier tous les risques .	Possède une bonne connaissance des procédures d'évaluation des risques.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à donner des informations sur les risques ou l'absence de risques s'agissant de la dose, de la justification et des risques à considérer qui ne sont pas liés aux rayonnements.	Possède peu d'aptitudes pour donner des conseils sur la manière correcte de réduire la dose et de limiter les risques qui ne sont pas liés aux rayonnements.	Est capable de donner des conseils sur la manière correcte de réduire la dose et de limiter les risques qui ne sont pas liés aux rayonnements. A besoin d'être encadré si l'on veut s'assurer qu' aucun conseil erroné n'est donné.	Est capable de donner des conseils sur la manière correcte de réduire la dose et de limiter les risques qui ne sont pas liés aux rayonnements de manière autonome. Les conseils donnés sont toujours corrects et pertinents.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 2.5 : Zones affectées à l'utilisation de substances radioactives non scellées

Socle de connaissances a)	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Bonne connaissance de la désignation des zones du lieu de travail qui doivent être protégées contre les rayonnements émis par des substances radioactives non scellées.	Possède une connaissance de base de la désignation des zones du lieu de travail qui doivent être protégées contre les rayonnements émis par des substances radioactives non scellées.	Possède une bonne connaissance de la désignation des zones du lieu de travail qui doivent être protégées contre les rayonnements émis par des substances radioactives non scellées.
Date		
Paraphe du superviseur		
Socle de connaissances b)	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Bonne connaissance des différents processus de décroissance radioactive.	Possède une connaissance limitée des processus de décroissance radioactive.	Possède une très bonne connaissance des processus de décroissance radioactive.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à gérer un local d'entreposage des déchets radioactifs pour les sources utilisées dans un service de médecine nucléaire.	Peut aider à gérer un local d'entreposage des déchets radioactifs. A besoin d'être encadré pour que les activités soient menées de façon sûre.	Est capable de gérer un local d'entreposage des déchets radioactifs. A peu besoin d'être encadré pour que les activités soient menées de façon sûre.	Est capable de gérer un local d'entreposage des déchets radioactifs de manière autonome en adoptant les meilleures pratiques.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 2.6 : Prise en compte des considérations relatives à la protection contre les rayonnements lors de la conception de nouvelles installations

Socle de connaissances a)	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les principes et les caractéristiques du blindage nécessaire pour les niveaux d'énergie des radionucléides utilisés en médecine nucléaire diagnostique.	Montre une connaissance de base du blindage nécessaire pour les niveaux d'énergie des radionucléides utilisés en médecine nucléaire diagnostique.	Montre une bonne connaissance du blindage nécessaire pour les niveaux d'énergie des radionucléides utilisés en médecine nucléaire diagnostique.
Date		
Paraphe du superviseur		
Socle de connaissances b)	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Bien connaître les contraintes de blindage pour les caméras TEP et SPECT qui sont couplées à d'autres dispositifs d'imagerie (par exemple à des scanographes).	Montre une connaissance de base des contraintes de blindage pour les caméras TEP et SPECT qui sont couplées à d'autres dispositifs d'imagerie (par exemple à des scanographes).	Montre une bonne connaissance des contraintes de blindage pour les caméras TEP et SPECT qui sont couplées à d'autres dispositifs d'imagerie (par exemple à des scanographes).
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à concevoir une protection contre les rayonnements satisfaisante pour tous les types d'appareils de médecine nucléaire.	Est capable de participer à la conception d'une protection contre les rayonnements pour les appareils de médecine nucléaire simples . A besoin d'aide dans des proportions importantes pour que cette conception soit correcte.	Est capable de concevoir une protection contre les rayonnements pour la plupart des appareils de médecine nucléaire. A peu besoin d'aide pour que cette conception soit correcte.	Est capable de concevoir une protection contre les rayonnements de manière autonome pour tous les appareils de médecine nucléaire à un niveau satisfaisant .
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 2.7 : Contrôles réglementaires et autres directives permettant une utilisation sûre des rayonnements ionisants en médecine nucléaire

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre la réglementation locale applicable à la médecine nucléaire.	Montre une connaissance de base de la réglementation locale applicable à la médecine nucléaire et des principes de l'évaluation des risques et des dispositifs de contrôle . A besoin d'aide pour en comprendre les aspects les plus difficiles .	Montre une bonne connaissance de la réglementation locale applicable à la médecine nucléaire et de tous les aspects de l'évaluation des risques et des dispositifs de contrôle.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à donner des conseils sur la législation locale, régionale et nationale en matière de protection et de sûreté radiologiques.	Possède une aptitude limitée à donner des conseils sur la législation locale, régionale et nationale en matière de protection et de sûreté radiologiques.	Est capable de donner des conseils sur la législation locale, régionale et nationale en matière de protection et de sûreté radiologiques. A besoin d'être encadré si l'on veut s'assurer qu' aucun conseil erroné n'est donné.	Est capable de donner des conseils sur la législation locale, régionale et nationale en matière de protection et de sûreté radiologiques de manière autonome. Les conseils fournis sont toujours corrects et pertinents.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

MODULE 3 : RECHERCHE-DÉVELOPPEMENT ET ENSEIGNEMENT

- 3.1 Recherche-développement
- 3.2 Enseignement

Sous-module 3.1 : Recherche-développement

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les procédures de recherche scientifique, y compris le rôle de l'examen éthique, de l'analyse statistique et des processus de publication.	Montre une connaissance de base des divers aspects de la recherche scientifique.	Montre une bonne connaissance des divers aspects de la recherche scientifique.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Pouvoir effectuer de la recherche– développement en physique de la médecine nucléaire en coopération avec des médecins nucléaires, des physiciens médicaux en radiodiagnostic, des physiciens médicaux en radio-oncologie et d’autres professionnels.	Est capable de contribuer à un projet de recherche– développement. A fortement besoin d’être guidé dans cette démarche.	Est capable de contribuer à un projet de recherche– développement sans encadrement direct.	Montre un bon niveau d’aptitude à effectuer des recherches de manière autonome.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 3.2 : Enseignement

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les principes généraux d’un enseignement efficace.	Montre une connaissance de base des stratégies d’enseignement et d’évaluation ainsi que de la préparation de matériel didactique.	Montre une bonne connaissance des stratégies d’enseignement et d’évaluation ainsi que de la préparation de matériel didactique. Est particulièrement attentif aux besoins et aux caractéristiques de son auditoire.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Pouvoir enseigner les principes et les méthodes de la physique de la médecine nucléaire.	Montre une capacité limitée à préparer et à assurer des cours de durée limitée (une ou deux heures). A besoin d'être guidé dans cette activité.	Montre une bonne capacité à préparer et à assurer des cours de durée limitée sans suivi important.	Montre une capacité à définir, préparer et assurer des cours approfondis sur les principes et les méthodes de la physique de la médecine nucléaire.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

MODULE 4 : DÉVELOPPEMENT PROFESSIONNEL ET GESTION

- 4.1 Connaissance de la réalité professionnelle
- 4.2 Communication
- 4.3 Gestion de la qualité
- 4.4 Vérification clinique

Sous-module 4.1 : Connaissance de la réalité professionnelle

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les questions relatives à l'activité professionnelle.	Montre une connaissance limitée des questions d'actualité relatives à l'activité professionnelle.	Montre une bonne connaissance de la réalité de la plupart des questions d'actualité relatives à l'activité professionnelle.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Contribuer aux activités de l'organisation professionnelle compétente.	Participe occasionnellement aux activités de l'organisation professionnelle compétente.	Participe fréquemment aux activités de l'organisation professionnelle compétente.	Contribue aux activités de l'organisation professionnelle compétente.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 4.2 : Communication

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Montrer un haut niveau de communication orale et écrite et des capacités d'interprétation.	Fait généralement preuve d'une expression claire et concise à l'oral comme à l'écrit.	Fait continûment preuve d'une expression claire et concise à l'oral et à l'écrit. Est capable d'effectuer une présentation lors d'un séminaire scientifique et de rédiger un article scientifique.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Pouvoir communiquer avec les cliniciens et appliquer les principes physiques aux problèmes cliniques.	Est capable de communiquer avec les cliniciens à un niveau élémentaire .	Possède une bonne capacité à communiquer avec les cliniciens et à appliquer (expliquer) les principes physiques aux problèmes cliniques. A occasionnellement besoin d'aide pour fournir ces explications.	Est capable de communiquer de manière autonome avec les cliniciens sur les principes physiques applicables aux problèmes cliniques.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 4.3 : Gestion de la qualité

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre la structure d'un système qualité.	Montre une connaissance de base des principaux éléments et du rôle d'un système de gestion de la qualité en médecine nucléaire.	Montre une bonne connaissance des principaux éléments et du rôle d'un système de gestion de la qualité en médecine nucléaire.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à mettre en œuvre et à gérer les aspects physiques d'un système qualité.	Est capable, s'il est étroitement encadré , de contribuer à la mise en œuvre et à la gestion des aspects physiques d'un système qualité.	Est capable de contribuer, sans encadrement direct , à la mise en œuvre et à la gestion des aspects physiques d'un système qualité.	Est capable de mettre en œuvre et de gérer les aspects physiques d'un système qualité de manière autonome .
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 4.4 : Vérification clinique

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre la nature, l'objectif et l'importance de la vérification clinique dans le contexte de la médecine nucléaire.	Montre une connaissance limitée de la nature et de l'objectif de la vérification clinique, y compris des dispositions légales locales .	Montre une bonne connaissance de la nature et de l'objectif de la vérification clinique, y compris des dispositions légales locales.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Comme membre d'une équipe pluridisciplinaire, aptitude à contribuer efficacement à une vérification clinique en médecine nucléaire.	Est capable de contribuer à une vérification clinique. A fortement besoin d'être guidé dans cette démarche.	Est capable de contribuer à une vérification clinique sans encadrement direct.	Est capable de gérer de manière autonome et satisfaisante les aspects d'une vérification clinique qui relèvent de la physique.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

MODULE 5 : ACHAT, RECETTE ET MISE EN SERVICE DES APPAREILS

- 5.1 Acquisition et cycle de vie des appareils de médecine nucléaire
- 5.2 Recette des activimètres
- 5.3 Recette des détecteurs à scintillation et des compteurs puits
- 5.4 Recette et mise en service des gamma-caméras, des caméras SPECT et des scanners
- 5.5 Recette et mise en service des TEP-Scan

Sous-module 5.1 : Acquisition et cycle de vie des appareils de médecine nucléaire

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les procédures de recette et de maintenance des appareils ainsi que de vérification de leurs performances à l'issue d'une maintenance.	Montre une connaissance de base des éléments génériques du cycle de vie des appareils de médecine nucléaire, notamment de la programmation, de l'achat, de la recette, de la mise en service, de la maintenance et de la vérification des performances à l'issue d'une maintenance.	Montre une bonne connaissance des différents éléments du cycle de vie des appareils de médecine nucléaire.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Capacité à effectuer des demandes budgétaires, à établir un cahier des charges et à acquérir un appareil adéquat via un appel d'offres.	Est capable de participer au processus de demande budgétaire, d'établir un cahier des charges et d'acquérir un appareil via un appel d'offres. A besoin d'aide concernant les notions en jeu.	Est capable de fournir les données « physiques » pour les demandes budgétaires, l'établissement du cahier des charges et l'acquisition d'un appareil via un appel d'offres. A peu besoin d'aide pour que tous les éléments nécessaires soient présents. Toutes les omissions sont mineures.	Est capable de fournir les données « physiques » pour les demandes budgétaires, l'établissement du cahier des charges et l'acquisition d'un appareil via un appel d'offres de manière autonome.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 5.2 : Recette des activimètres

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre la procédure de recette d'un nouvel activimètre.	Montre une connaissance limitée des principes de fonctionnement des activimètres et des tests de recette recommandés .	Montre une connaissance approfondie des principes de fonctionnement des activimètres et des tests de recette recommandés.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à effectuer la recette d'un activimètre.	Est capable de participer à la recette d'un activimètre, y compris pour ce qui est de l'inspection physique, de la précision, de la fidélité, de la linéarité et du bruit de fond. A besoin d'aide si l'on veut éviter qu'il ne commette des erreurs.	Est capable d'effectuer la recette d'un activimètre. A peu besoin d'être aidé . Fait parfois des erreurs mineures .	Est capable d' effectuer la recette d'un activimètre de manière autonome et à un niveau clinique satisfaisant .
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 5.3 : Recette des détecteurs à scintillation et des compteurs puits

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre la procédure de recette d'un nouveau détecteur à scintillation ou d'un nouveau compteur puits.	Montre une connaissance limitée des principes de fonctionnement des détecteurs à scintillation et des compteurs puits ainsi que des tests de recette recommandés .	Montre une connaissance approfondie des principes de fonctionnement des détecteurs à scintillation et des compteurs puits ainsi que des tests de recette recommandés.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à effectuer la recette d'un détecteur à scintillation ou d'un compteur puits.	Est capable de participer à la recette d'un détecteur à scintillation ou d'un compteur puits, y compris pour ce qui est de l'inspection physique, de l'étalonnage, de la résolution en énergie, de la sensibilité, de la précision, de la fidélité, de la linéarité et du bruit de fond. A besoin d'aide si l'on veut éviter qu'il ne commette des erreurs.	Est capable d'effectuer la recette d'un détecteur à scintillation ou d'un compteur puits. A peu besoin d'être aidé . Fait parfois des erreurs mineures .	Est capable d'effectuer la recette d'un détecteur à scintillation ou d'un compteur puits de manière autonome et à un niveau clinique satisfaisant .
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 5.4 : Recette et mise en service des gamma-caméras, des caméras SPECT et des scanners

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre la procédure de recette des gamma-caméras, des caméras SPECT et des scanners.	Montre une connaissance limitée des procédures de recette des gamma-caméras, des caméras SPECT et des scanners , ainsi que de l' interprétation des résultats .	Montre une bonne connaissance des procédures de recette des gamma-caméras, des caméras SPECT et des scanners, ainsi que de l' interprétation des résultats .
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à effectuer la recette des gamma-caméras et des systèmes SPECT.	Est capable de participer à la recette d'une gamma-caméra ou d'un système SPECT. A besoin d'aide si l'on veut éviter qu'il ne commette des erreurs.	Est capable d'effectuer la recette d'une gamma-caméra ou d'un système SPECT. A peu besoin d'être aidé . Fait parfois des erreurs mineures .	Est capable d' effectuer la recette d'une gamma-caméra ou d'un système SPECT de manière autonome et à un niveau clinique satisfaisant .
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 5.5 : Recette et mise en service des TEP-Scan

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les procédures NEMA relatives à la recette des caméras TEP.	Montre une connaissance limitée des procédures NEMA relatives à la recette des caméras TEP et de l' interprétation des résultats .	Montre une bonne connaissance des procédures NEMA relatives à la recette des caméras TEP et de l' interprétation des résultats .
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques a)	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à effectuer la recette et la mise en service d'une caméra TEP.	Est capable de participer à la recette d'une caméra TEP. A besoin d'aide si l'on veut éviter qu'il ne commette des erreurs.	Est capable d'effectuer la recette d'une caméra TEP. A peu besoin d'être aidé . Fait parfois des erreurs mineures .	Est capable d' effectuer la recette d'une caméra TEP de manière autonome et à un niveau clinique satisfaisant .
Date			
Paraphe du superviseur			

Compétences pratiques b)	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à effectuer l'étalonnage du SUV et la vérification de la précision de cet étalonnage.	Est capable de participer à l'étalonnage du SUV et à la vérification de la précision de cet étalonnage. A besoin d'aide si l'on veut éviter qu'il ne commette des erreurs.	Est capable d'étalonner le SUV et de vérifier la précision de cet étalonnage. A peu besoin d'être aidé . Fait parfois des erreurs mineures .	Est capable d' étalonner le SUV et de vérifier la précision de cet étalonnage de manière autonome et à un niveau clinique satisfaisant .
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

MODULE 6 : MESURES DE RADIOACTIVITÉ ET DOSIMÉTRIE INTERNE

- 6.1 Utilisation d'étalons traçables pour les mesures de radioactivité
- 6.2 Théorie et pratique de la dosimétrie interne
- 6.3 Dose reçue en cas d'administration de radiopharmaceutiques à des fins diagnostiques
- 6.4 Valeurs quantitatives obtenues grâce à l'imagerie nucléaire
- 6.5 Dosimétrie personnalisée

Sous-module 6.1 : Utilisation d'étalons traçables pour les mesures de radioactivité

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre la chaîne de traçabilité utilisée pour mesurer l'activité des radionucléides en médecine nucléaire.	Montre une connaissance limitée de la chaîne de traçabilité utilisée pour mesurer l'activité des radionucléides.	Montre une bonne connaissance de la chaîne de traçabilité utilisée pour mesurer l'activité des radionucléides.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à appliquer les principes de l'assurance de la qualité et à estimer les incertitudes de mesure de la radioactivité en environnement clinique.	Est capable d'appliquer les principes de l'assurance de la qualité et d'estimer les incertitudes de mesure de la radioactivité. Les tâches effectuées doivent être étroitement surveillées afin d'éviter les erreurs.	Est capable d'appliquer les principes de l'assurance de la qualité et d'estimer les incertitudes de mesure de la radioactivité. A peu besoin d'être aidé. Fait parfois des erreurs mineures.	Est capable d'appliquer les principes de l'assurance de la qualité et d'estimer les incertitudes de mesure de la radioactivité de manière autonome sans commettre d'erreurs.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 6.2 : Théorie et pratique de la dosimétrie interne

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre le modèle mis en place pour calculer la dose interne, y compris ses limites.	Montre une connaissance limitée du modèle mis en place pour calculer la dose interne et de ses limites.	Montre une bonne connaissance du modèle mis en place pour calculer la dose interne et de ses limites.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à calculer la dose absorbée par les organes selon le formalisme du MIRD et à en déduire la dose efficace.	Est capable de calculer la dose absorbée par les organes selon le formalisme du MIRD et d'en déduire la dose efficace. Les résultats obtenus doivent être soigneusement vérifiés.	Est capable de calculer la dose absorbée par les organes selon le formalisme du MIRD et d'en déduire la dose efficace. A peu besoin d'être aidé.	Est capable de calculer la dose absorbée par les organes selon le formalisme du MIRD et d'en déduire la dose efficace de manière autonome. Les résultats obtenus ne comportent aucune erreur.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 6.3 : Dose reçue en cas d'administration de radiopharmaceutiques à des fins diagnostiques

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les méthodes utilisées pour établir les tables qui permettent d'estimer la dose interne, y compris les incertitudes attendues pour différents types de patients.	Montre une connaissance limitée des méthodes utilisées pour établir les tables qui permettent d'estimer la dose interne, y compris des incertitudes attendues pour différents types de patients.	Montre une bonne connaissance des méthodes utilisées pour établir les tables qui permettent d'estimer la dose interne, y compris des incertitudes attendues pour différents types de patients.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à utiliser des tables éprouvées afin d'estimer la dose patient absorbée et efficace.	Est capable d'utiliser des tables éprouvées afin d'estimer la dose patient absorbée et efficace. Les calculs effectués doivent être soigneusement vérifiés.	Est capable d'utiliser des tables éprouvées afin d'estimer la dose patient absorbée et efficace. A peu besoin d'être aidé.	Est capable d'utiliser des tables éprouvées afin d'estimer la dose patient absorbée et efficace sans aide. Les résultats obtenus ne comportent aucune erreur.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 6.4 : Valeurs quantitatives obtenues grâce à l'imagerie nucléaire

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les principaux facteurs qui influent sur les mesures quantitatives en médecine nucléaire.	Possède une connaissance de base des principaux facteurs qui influent sur les mesures quantitatives en médecine nucléaire.	Possède une bonne connaissance des principaux facteurs qui influent sur les mesures quantitatives effectuées à partir d' examens 2D, SPECT et TEP.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à acquérir des mesures quantitatives à partir d'examens 2D, SPECT et TEP.	Est capable d'acquérir des mesures quantitatives à partir d'examens 2D, SPECT et TEP. A besoin d'être étroitement encadré.	Est capable d'acquérir des mesures quantitatives à partir d'examens 2D, SPECT et TEP. A peu besoin d'être aidé.	Est capable d'acquérir des mesures quantitatives à partir d'examens 2D, SPECT et TEP de manière autonome et à un niveau clinique satisfaisant.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 6.5 : Dosimétrie personnalisée

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les outils et les règles à respecter pour effectuer une dosimétrie interne personnalisée.	Possède une connaissance de base des outils et des règles à respecter pour effectuer une dosimétrie interne personnalisée.	Possède une bonne connaissance des outils et des règles à respecter pour effectuer une dosimétrie interne personnalisée.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à effectuer des calculs de dosimétrie personnalisée à partir d'images répétées et de mesures de la fixation.	Est capable d'effectuer des calculs de dosimétrie personnalisée à partir d'images répétées et de mesures de la fixation. Les résultats obtenus doivent être soigneusement vérifiés.	Est capable d'effectuer des calculs de dosimétrie personnalisée à partir d'images répétées et de mesures de la fixation. A peu besoin d'être aidé.	Est capable d'effectuer des calculs de dosimétrie personnalisée à partir d'images répétées et de mesures de la fixation de manière autonome et sans commettre d'erreurs.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

MODULE 7 : CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DES APPAREILS DE MÉDECINE NUCLÉAIRE

- 7.1 Conception et supervision d'un programme de CQ de routine
- 7.2 CQ des activimètres
- 7.3 CQ des détecteurs à scintillation et des compteurs puits
- 7.4 CQ des gamma-caméras et des caméras SPECT
- 7.5 CQ des TEP-Scan
- 7.6 CQ des dispositifs d'affichage et d'impression
- 7.7 CQ des appareils DEXA

Sous-module 7.1 : Conception et supervision d'un programme de CQ de routine

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les méthodes de mise en œuvre clinique et de supervision d'un programme de contrôle de la qualité.	Montre une connaissance de base des aspects génériques d'un programme clinique de CQ.	Montre une bonne connaissance des méthodes d'un programme clinique de CQ.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Pouvoir gérer un programme de CQ en étant notamment capable d'utiliser correctement des instruments de mesure, de choisir les tests à effectuer et de fixer la fréquence à laquelle ils seront réalisés.	Est capable de gérer un programme de CQ et notamment de choisir et d'utiliser les appareils adéquats, de choisir les tests à effectuer et de fixer la fréquence à laquelle ils seront réalisés. A besoin d'aide si l'on veut éviter qu'il ne commette des erreurs.	Est capable de gérer un programme de CQ. A peu besoin d'être aidé. Fait parfois des erreurs mineures.	Est capable de gérer un programme de CQ de manière autonome et à un niveau clinique satisfaisant.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 7.2 : CQ des activimètres

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les effets de la géométrie, de l'énergie et du type d'émission sur les mesures de la radioactivité.	Possède une connaissance de base des critères de CQ des activimètres , y compris ceux qui concernent les effets de la géométrie, de l'énergie et du type d'émission sur les mesures de la radioactivité.	Possède une bonne connaissance des critères de CQ des activimètres , y compris ceux qui concernent les effets de la géométrie, de l'énergie et du type d'émission sur les mesures de la radioactivité.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à effectuer le CQ de base des activimètres, y compris le contrôle de la constance, du bruit de fond, de la linéarité et de la fidélité et à fixer les niveaux d'action adéquats.	Est capable de participer au programme de CQ d'un activimètre.	Est capable d' effectuer la plupart des tâches du programme de CQ d'un activimètre. A peu besoin d'être encadré.	Est capable de réaliser le programme de CQ d'un activimètre de manière autonome et à un niveau clinique satisfaisant.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 7.3 : CQ des détecteurs à scintillation et des compteurs puits

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les principes de fonctionnement des détecteurs à scintillation et des compteurs puits, ainsi que les procédures de CQ applicables.	Possède une connaissance de base des principes de fonctionnement des détecteurs à scintillation et des compteurs puits, ainsi que des procédures de CQ applicables.	Possède une bonne connaissance des principes de fonctionnement des détecteurs à scintillation et des compteurs puits, ainsi que des procédures de CQ applicables.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à appliquer les procédures de CQ de base pour les appareils à scintillation non dotés d'un dispositif d'imagerie.	Est capable de participer au programme de CQ des appareils à scintillation non dotés d'un dispositif d'imagerie.	Est capable d' effectuer la plupart des tâches du programme de CQ des appareils à scintillation non dotés d'un dispositif d'imagerie. A peu besoin d'être encadré.	Est capable de réaliser le programme de CQ des appareils à scintillation non dotés d'un dispositif d'imagerie de manière autonome et à un niveau clinique satisfaisant.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 7.4 : CQ des gamma-caméras et des caméras SPECT

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les procédures de CQ relatives aux appareils d'imagerie 2D et aux systèmes SPECT.	Possède une connaissance de base des procédures de CQ applicables aux appareils d'imagerie 2D et aux systèmes SPECT.	Possède une bonne connaissance des procédures de CQ applicables aux appareils d'imagerie 2D et aux systèmes SPECT.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques a)	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à effectuer et à évaluer des procédures de CQ classiques en 2D, y compris celles qui concernent la résolution spatiale et l'uniformité (intégrale et différentielle).	Est capable de participer au programme de CQ d'une caméra 2D.	Est capable d' effectuer la plupart des tâches du programme de CQ d'une caméra 2D. A peu besoin d'être encadré.	Est capable de réaliser le programme de CQ d'une caméra 2D de manière autonome et à un niveau clinique satisfaisant.
Date			
Paraphe du superviseur			
Compétences pratiques b)	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à effectuer et à évaluer des procédures de CQ classiques, y compris celles qui concernent le centre de rotation, la résolution spatiale, l'uniformité en SPECT et la qualité de l'image tomographique.	Est capable de participer au programme de CQ d'une caméra SPECT.	Est capable d' effectuer la plupart des tâches du programme de CQ d'une caméra SPECT. A peu besoin d'être encadré.	Est capable de réaliser le programme de CQ d'une caméra SPECT de manière autonome et à un niveau clinique satisfaisant.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 7.5 : CQ des TEP-Scan

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Bonne connaissance des procédures de CQ de routine applicables aux TEP-Scan.	Possède une connaissance de base des procédures de CQ applicables aux TEP-Scan.	Possède une bonne connaissance des procédures de CQ applicables aux TEP-Scan.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à appliquer des procédures de CQ de routine sur un TEP-Scan et à engager les actions correctives nécessaires lorsque les résultats du CQ font apparaître des problèmes concernant les performances de l'appareil.	Est capable de participer au programme de CQ d'un TEP-Scan.	Est capable d' effectuer la plupart des tâches du programme de CQ d'un TEP-Scan. A peu besoin d'être encadré.	Est capable de réaliser le programme de CQ d'un TEP-Scan de manière autonome et à un niveau clinique satisfaisant.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 7.6 : CQ des dispositifs d'affichage et d'impression

Socle de connaissances a)	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les procédures de contrôle de la qualité relatives aux dispositifs d'affichage et d'impression.	Possède une connaissance de base des procédures de CQ applicables aux dispositifs d'affichage et d'impression.	Possède une bonne connaissance des procédures de CQ applicables aux dispositifs d'affichage et d'impression.
Date		
Paraphe du superviseur		
Socle de connaissances b)	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Connaissance des propriétés et de l'étalonnage des films et des autres types de support d'impression.	Possède une connaissance de base des propriétés et de l'étalonnage des films et des autres types de support d'impression.	Possède une bonne connaissance des propriétés et de l'étalonnage des films et des autres types de support d'impression.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à effectuer le CQ des dispositifs d'affichage et d'impression.	Est capable de participer au programme de CQ des dispositifs d'affichage et d'impression.	Est capable d' effectuer la plupart des tâches du programme de CQ des dispositifs d'affichage et d'impression. A peu besoin d'être encadré.	Est capable de réaliser le programme de CQ des dispositifs d'affichage et d'impression de manière autonome et à un niveau clinique satisfaisant.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 7.7 : CQ des appareils DEXA

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre le principe et le fonctionnement des appareils DEXA et l'importance du CQ et de l'étalonnage pour une utilisation correcte de ces appareils dans leur plage de fonctionnement normale.	Possède une connaissance de base du principe et du fonctionnement des appareils DEXA et de l'importance du CQ et de l'étalonnage pour une utilisation correcte de ces appareils dans leur plage de fonctionnement normale.	Possède une bonne connaissance du principe et du fonctionnement des appareils DEXA et de l'importance du CQ et de l'étalonnage pour une utilisation correcte de ces appareils dans leur plage de fonctionnement normale.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à effectuer le CQ d'un appareil DEXA.	Est capable de participer au programme de CQ d'un appareil DEXA.	Est capable d' effectuer la plupart des tâches du programme de CQ d'un appareil DEXA. A peu besoin d'être encadré.	Est capable de réaliser le programme de CQ d'un appareil DEXA de manière autonome et à un niveau clinique satisfaisant.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

MODULE 8 : RADIOTHÉRAPIE MÉTABOLIQUE

- 8.1 Principes de la radiothérapie métabolique
- 8.2 Agencement des installations de radiothérapie métabolique
- 8.3 Procédures de traitement
- 8.4 Sélection des radiopharmaceutiques en médecine nucléaire thérapeutique
- 8.5 Dosimétrie relative aux procédures de radiothérapie métabolique
- 8.6 Précautions de sûreté radiologique applicables à la radiothérapie métabolique

Sous-module 8.1 : Principes de la radiothérapie métabolique

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les principes de la radiothérapie métabolique.	Possède une connaissance de base des principes de la radiothérapie métabolique.	Possède une bonne connaissance des principes de la radiothérapie métabolique.
Date		
Paraphe du superviseur		

Date	Observations du superviseur

Sous-module 8.2 : Aménagement des installations de radiothérapie métabolique

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les principes de blindage appliqués aux différents niveaux d'énergie des radionucléides utilisés à des fins thérapeutiques.	Montre une connaissance de base des principes de blindage appliqués aux différents niveaux d'énergie des radionucléides utilisés en médecine nucléaire thérapeutique.	Montre une bonne connaissance des principes de blindage appliqués aux différents niveaux d'énergie des radionucléides utilisés en médecine nucléaire thérapeutique.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à concevoir une protection contre les rayonnements satisfaisante pour les différents niveaux d'énergie des radionucléides utilisés à des fins thérapeutiques.	Est capable de participer à la conception d'une protection contre les rayonnements pour les différents niveaux d'énergie des radionucléides utilisés à des fins thérapeutiques. A besoin d'aide dans des proportions importantes pour que cette conception soit correcte.	Est capable de concevoir une protection contre les rayonnements pour les différents niveaux d'énergie des radionucléides utilisés à des fins thérapeutiques. A peu besoin d'aide pour que cette conception soit correcte.	Est capable de concevoir une protection contre les rayonnements pour les différents niveaux d'énergie des radionucléides utilisés à des fins thérapeutiques de manière autonome et à un niveau satisfaisant.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 8.3 : Procédures de traitement

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre l'objectif, les principes et les procédures opérationnelles de la radiothérapie métabolique.	Possède une connaissance de base de l'objectif, des principes et des procédures opérationnelles de la radiothérapie métabolique.	Possède une bonne connaissance de l'objectif, des principes et des procédures opérationnelles de la radiothérapie métabolique.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à gérer correctement les patients du point de vue de la sûreté radiologique, avant comme après administration du radionucléide.	Est capable de participer à une gestion correcte des patients du point de vue de la sûreté radiologique, avant comme après administration du radionucléide.	A peu besoin d'être encadré pour gérer correctement les patients du point de vue de la sûreté radiologique, avant comme après administration du radionucléide.	Est capable de gérer correctement les patients du point de vue de la sûreté radiologique de manière autonome , avant comme après administration du radionucléide.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 8.4 : Sélection des radiopharmaceutiques en médecine nucléaire thérapeutique

Socle de connaissances a)	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les indications et les radiopharmaceutiques couramment utilisés à des fins thérapeutiques en médecine nucléaire.	Possède une connaissance de base des indications et des radiopharmaceutiques couramment utilisés à des fins thérapeutiques en médecine nucléaire.	Possède une bonne connaissance des indications et des radiopharmaceutiques couramment utilisés à des fins thérapeutiques en médecine nucléaire.
Date		
Paraphe du superviseur		
Socle de connaissances b)	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Bonne connaissance du large éventail de maladies pour lesquelles on a recours à la radiothérapie métabolique et du choix du radionucléide adéquat en fonction du patient.	Possède une connaissance de base de l'éventail des maladies pour lesquelles on a recours à la radiothérapie métabolique et du choix du radionucléide adéquat en fonction du patient.	Possède une bonne connaissance de l'éventail des maladies pour lesquelles on a recours à la radiothérapie métabolique et du choix du radionucléide adéquat en fonction du patient.
Date		
Paraphe du superviseur		

Date	Observations du superviseur

Sous-module 8.5 : Dosimétrie relative aux procédures de radiothérapie métabolique

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les principes de la dosimétrie interne.	Possède une connaissance de base des principes de la dosimétrie interne.	Possède une bonne connaissance des principes de la dosimétrie interne.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à calculer l'activité de la dose administrée en médecine nucléaire thérapeutique.	Est capable de calculer l'activité de la dose administrée en médecine nucléaire thérapeutique. Les résultats obtenus doivent être soigneusement vérifiés.	A peu besoin d'aide pour calculer l'activité de la dose administrée en médecine nucléaire thérapeutique.	Est capable de calculer l'activité de la dose administrée en médecine nucléaire thérapeutique de manière autonome.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 8.6 : Précautions de sûreté radiologique applicables à la radiothérapie métabolique

Socle de connaissances a)	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Bonne connaissance de toutes les lois, lignes directrices et bonnes pratiques internationales qui permettent de garantir la sûreté radiologique avant, pendant et après administration d'une radiothérapie métabolique.	Montre une connaissance de base des lois, lignes directrices et bonnes pratiques internationales et des principes de l'évaluation des risques et des dispositifs de contrôle qui permettent de garantir la sûreté radiologique avant, pendant et après administration d'une radiothérapie métabolique. A besoin d'aide pour en comprendre les aspects les plus difficiles .	Montre une bonne connaissance de toutes les lois, lignes directrices et bonnes pratiques internationales et des principes de l'évaluation des risques et des dispositifs de contrôle qui permettent de garantir la sûreté radiologique avant, pendant et après administration d'une radiothérapie métabolique.
Date		
Paraphe du superviseur		
Socle de connaissances b)	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Bonne connaissance des formes chimiques des radiopharmaceutiques thérapeutiques et de la manière dont celles-ci influent sur leur diffusion dans l'environnement lorsqu'ils sont excrétés par le patient ou en cas de fuite d'un récipient.	Montre une connaissance de base des formes chimiques des radiopharmaceutiques thérapeutiques et de la manière dont celles-ci influent sur leur diffusion dans l'environnement lorsqu'ils sont excrétés par le patient ou en cas de fuite d'un récipient. A besoin d'aide pour en comprendre les aspects les plus difficiles .	Montre une bonne connaissance des formes chimiques des radiopharmaceutiques thérapeutiques et de la manière dont celles-ci influent sur leur diffusion dans l'environnement lorsqu'ils sont excrétés par le patient ou en cas de fuite d'un récipient.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques a)	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à appliquer la réglementation relative à la radioprotection au personnel, aux patients et aux personnes du public concernées par la radiothérapie métabolique.	Possède une aptitude limitée à appliquer la réglementation relative à la radioprotection au personnel, aux patients et aux personnes du public concernées par la radiothérapie métabolique. A besoin d'être étroitement encadré.	A peu besoin d'aide pour appliquer la réglementation relative à la radioprotection au personnel, aux patients et aux personnes du public concernées par la radiothérapie métabolique.	Est capable d'appliquer la réglementation relative à la radioprotection au personnel, aux patients et aux personnes du public concernées par la radiothérapie métabolique de manière autonome.
Date			
Paraphe du superviseur			
Compétences pratiques b)	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à communiquer avec le patient, le personnel et le public au sujet des risques associés à la manipulation des sources non scellées de haute activité.	Possède une aptitude limitée à donner des conseils sur les risques associés à la manipulation des sources non scellées de haute activité et sur la manière correcte de réduire les doses.	Est capable de donner des conseils sur les risques associés à la manipulation des sources non scellées de haute activité et sur la manière correcte de réduire les doses. A besoin d'être encadré si l'on veut s'assurer qu' aucun conseil erroné n'est donné.	Est capable de donner des conseils sur les risques associés à la manipulation des sources non scellées de haute activité et sur les aspects pratiques de la réduction des doses de manière autonome. Les conseils donnés sont toujours corrects et pertinents.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

MODULE 9 : INFORMATIQUE ET RÉSEAUX CLINIQUES

- 9.1 Utilisation d'une station de travail clinique d'acquisition et de traitement des données
- 9.2 Administration d'un système informatique
- 9.3 Premier niveau d'assistance en cas de problème informatique
- 9.4 Techniques de traitement des images informatiques
- 9.5 Analyser des images en utilisant un langage de programmation de haut niveau (facultatif)
- 9.6 Reconstruction, recalage et fusion d'images et modélisation cinétique des traceurs
- 9.7 Formats de fichiers images couramment utilisés en médecine nucléaire
- 9.8 Réseaux informatiques, PACS, RIS et HIS
- 9.9 Validation des logiciels : simulations informatiques, fantômes et données cliniques

Sous-module 9.1 : Utilisation d'une station de travail clinique d'acquisition et de traitement des données

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les caractéristiques de base des systèmes d'exploitation et des logiciels cliniques qui permettent d'acquérir et de traiter des images.	Montre une connaissance limitée des caractéristiques de base des systèmes d'exploitation et des logiciels cliniques qui permettent d'acquérir et de traiter des images.	Montre une bonne connaissance des caractéristiques de base des systèmes d'exploitation et des logiciels cliniques qui permettent d'acquérir et de traiter des images.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à utiliser efficacement un système d'exploitation de station de travail et des logiciels cliniques de médecine nucléaire.	Est capable d'utiliser un système d'exploitation de station de travail et des logiciels cliniques pour la plupart des tâches simples associées à l'acquisition, à l'affichage, à la manipulation et à l'analyse des images, ainsi qu'au transfert et à l'archivage des données. A besoin d'aide pour les tâches plus complexes.	Est capable d'utiliser un système d'exploitation de station de travail et des logiciels cliniques pour les tâches complexes associées à l'acquisition, à l'affichage, à la manipulation et à l'analyse des images, ainsi qu'au transfert et à l'archivage des données. A peu besoin d'être aidé .	Est capable d'utiliser un système d'exploitation de station de travail et des logiciels cliniques pour toutes les tâches associées à l'acquisition, à l'affichage, à la manipulation et à l'analyse des images, ainsi qu'au transfert et à l'archivage des données de manière autonome .
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 9.2 : Administration d'un système informatique

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Connaître le rôle de l'administrateur d'un système informatique et les commandes, outils et utilitaires indispensables au bon fonctionnement des systèmes informatiques cliniques.	Montre une connaissance limitée du rôle de l'administrateur d'un système informatique et des commandes, outils et utilitaires indispensables au bon fonctionnement des systèmes informatiques cliniques.	Montre une bonne connaissance du rôle de l'administrateur d'un système informatique et des commandes, outils et utilitaires indispensables au bon fonctionnement des systèmes informatiques cliniques.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à effectuer les tâches d'administration système nécessaires.	Est capable d'effectuer un grand nombre de tâches d'administration système de base , y compris la planification, l'installation, le support et la maintenance du matériel informatique, des systèmes d'exploitation, des logiciels cliniques et du réseau. A besoin d'aide pour les tâches plus complexes.	Est capable d'effectuer toutes les tâches d'administration système de base , y compris la planification, l'installation, le support et la maintenance du matériel informatique, des systèmes d'exploitation, des logiciels cliniques et du réseau. A peu besoin d'aide pour les tâches plus complexes.	Est capable d'effectuer toutes les tâches d'administration système, y compris la planification, l'installation, le support et la maintenance du matériel informatique, des systèmes d'exploitation, des logiciels cliniques et du réseau de manière autonome .
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 9.3 : Premier niveau d'assistance en cas de problème informatique

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les causes possibles du dysfonctionnement d'un système informatique.	Montre une connaissance limitée des causes possibles du dysfonctionnement d'un système informatique.	Montre une bonne connaissance des causes possibles du dysfonctionnement d'un système informatique.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques a)	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à reconnaître et à résoudre rapidement les problèmes courants relatifs au matériel et aux logiciels informatiques et aux réseaux.	Est capable de reconnaître et de résoudre rapidement un grand nombre de problèmes courants relatifs au matériel et aux logiciels informatiques et aux réseaux. A besoin d'aide pour les problèmes plus complexes.	Est capable de reconnaître et de résoudre rapidement la plupart des problèmes courants relatifs au matériel et aux logiciels informatiques et aux réseaux. A peu besoin d' aide pour les problèmes plus complexes.	Est capable de reconnaître et de résoudre rapidement tous les problèmes courants relatifs au matériel et aux logiciels informatiques et aux réseaux de manière autonome.
Date			
Paraphe du superviseur			
Compétences pratiques b)	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à concevoir, planifier et mettre en œuvre la maintenance préventive d'un système informatique.	Est capable de traiter les aspects simples de la conception, de la planification et de la mise en œuvre de la maintenance préventive d'un système informatique. A besoin d'aide pour les aspects plus complexes.	Est capable de traiter tous les aspects de la conception, de la planification et de la mise en œuvre de la maintenance préventive d'un système informatique. A peu besoin d' aide pour les aspects les plus complexes.	Est capable de traiter tous les aspects de la conception, de la planification et de la mise en œuvre de la maintenance préventive d'un système informatique de manière autonome.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 9.4 : Techniques de traitement des images informatiques

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les algorithmes essentiels et les bases d'un langage de programmation nécessaires pour développer des programmes simples d'analyse ou de traitement d'images dans un environnement de programmation interactif.	Montre une connaissance limitée des algorithmes et du langage de programmation nécessaires pour développer des programmes simples d'analyse ou de traitement d'images dans un environnement de programmation interactif.	Montre une bonne connaissance des algorithmes et du langage de programmation nécessaires pour développer des programmes simples d'analyse ou de traitement d'images dans un environnement de programmation interactif.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à développer et à tester des sous-programmes ou des applications de traitement d'images efficaces dans un environnement de programmation de haut niveau, à rédiger la documentation correspondante et à utiliser les macros disponibles dans l'utilitaire fourni par le vendeur pour certaines tâches cliniques.	A besoin d'aide dans des proportions importantes pour développer et tester des sous-programmes ou des applications de traitement d'images efficaces dans un environnement de programmation de haut niveau, pour rédiger la documentation correspondante et pour utiliser les macros disponibles dans l'utilitaire fourni par le vendeur pour certaines tâches cliniques.	A peu besoin d'aide pour développer et tester des sous-programmes ou des applications de traitement d'images efficaces dans un environnement de programmation de haut niveau, pour rédiger la documentation correspondante et pour utiliser les macros disponibles dans l'utilitaire fourni par le vendeur pour certaines tâches cliniques.	Est capable de développer et de tester des sous-programmes ou des applications de traitement d'images efficaces dans un environnement de programmation de haut niveau, de rédiger la documentation correspondante et d'utiliser les macros disponibles dans l'utilitaire fourni par le vendeur pour certaines tâches cliniques de manière autonome.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 9.5 : Analyser des images en utilisant un langage de programmation de haut niveau (facultatif)

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les diagrammes de flux, le pseudo-code et le passage de cette démarche conceptuelle au développement de programmes réels dans un langage de haut niveau.	Possède une bonne compréhension des diagrammes de flux et du pseudo-code et une compréhension de base du passage de cette démarche conceptuelle au développement de programmes réels dans un langage de haut niveau.	Possède une bonne compréhension des diagrammes de flux, du pseudo-code et du passage de cette démarche conceptuelle au développement de programmes réels dans un langage de haut niveau.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à écrire des programmes simples, lisibles et efficaces dans un langage de haut niveau (procédural), à les tester et à rédiger une documentation suffisante pour le code.	Est capable d'écrire des programmes simples et efficaces dans un langage de haut niveau (procédural), de les tester et de rédiger la documentation correspondante. A besoin d'aide pour des programmes plus complexes.	Est capable d'écrire des programmes complexes et efficaces dans un langage de haut niveau (procédural), de les tester et de rédiger la documentation correspondante. A peu besoin d'aide.	Est capable d'écrire des programmes complexes et efficaces dans un langage de haut niveau (procédural), de les tester et de rédiger la documentation correspondante de manière autonome.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 9.6 : Reconstruction, recalage et fusion d'images et modélisation cinétique des traceurs

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les algorithmes mis en application dans les logiciels utilisés en routine dans le service de l'interne pour effectuer des reconstructions, des recalages et des fusions d'images et pour appliquer divers mécanismes afin de compenser les facteurs physiques qui altèrent la qualité des images en SPECT et en TEP.	Possède une connaissance de base des algorithmes mis en application dans les logiciels utilisés en routine dans le service de l'interne pour effectuer des reconstructions, des recalages et des fusions d'images et pour appliquer divers mécanismes afin de compenser les facteurs physiques qui altèrent la qualité des images en SPECT et en TEP.	Possède une bonne connaissance des algorithmes mis en application dans les logiciels utilisés en routine dans le service de l'interne pour effectuer des reconstructions, des recalages et des fusions d'images et pour appliquer divers mécanismes afin de compenser les facteurs physiques qui altèrent la qualité des images en SPECT et en TEP.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques a)	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à reconstruire et à recalculer les images obtenues lors d'examens cliniques et à proposer, concevoir, optimiser et évaluer de nouvelles méthodes de reconstruction et de nouveaux mécanismes de compensation pour différents facteurs de dégradation des images.	Est capable de reconstruire et de recalculer les images obtenues lors d'examens cliniques dans des cas simples et de proposer, concevoir, optimiser et évaluer de nouvelles méthodes de reconstruction et de nouveaux mécanismes de compensation pour différents facteurs de dégradation des images. A besoin d'aide sur les aspects les plus complexes.	Est capable de reconstruire et de recalculer les images obtenues lors d'examens cliniques dans tous les cas et de proposer, concevoir, optimiser et évaluer de nouvelles méthodes de reconstruction et de nouveaux mécanismes de compensation pour différents facteurs de dégradation des images. A peu besoin d'aide sur les aspects les plus complexes.	Est capable de reconstruire et de recalculer les images obtenues lors d'examens cliniques dans tous les cas et de proposer, concevoir, optimiser et évaluer de nouvelles méthodes de reconstruction et de nouveaux mécanismes de compensation pour différents facteurs de dégradation des images de manière autonome.

Date			
Paraphe du superviseur			

Compétences pratiques b)	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à appliquer des modèles pour analyser la cinétique des traceurs.	Est capable d'appliquer des modèles simples pour analyser la cinétique des traceurs. A besoin d'aide dans des proportions importantes pour les modèles plus complexes.	Est capable d'appliquer des modèles simples ou complexes pour analyser la cinétique des traceurs. A peu besoin d'aide.	Est capable d'appliquer des modèles simples ou complexes pour analyser la cinétique des traceurs de manière autonome.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 9.7 : Formats de fichiers images couramment utilisés en médecine nucléaire

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre la structure et les propriétés des formats de fichier image couramment utilisés en médecine nucléaire.	Montre une connaissance limitée de la structure et des propriétés des formats de fichier image couramment utilisés en médecine nucléaire.	Montre une bonne connaissance de la structure et des propriétés des formats de fichier image couramment utilisés en médecine nucléaire.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à lire, afficher et manipuler les images médicales enregistrées dans les formats couramment utilisés (Interfile 3.3, DICOM 3.0).	Est capable de lire, d'afficher et de manipuler les images médicales enregistrées dans les formats couramment utilisés. A besoin d'aide dans des proportions importantes pour les aspects les plus complexes.	Est capable de lire, d'afficher et de manipuler les images médicales enregistrées dans les formats couramment utilisés. A peu besoin d'aide pour les aspects les plus complexes.	Est capable de lire, d'afficher et de manipuler les images médicales enregistrées dans les formats couramment utilisés de manière autonome, y compris pour les aspects les plus complexes.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 9.8 : Réseaux informatiques, PACS, SIR et SIH

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre la technologie et les procédures de recette d'un PACS, ainsi que les principes essentiels des SIR et des SIH.	Montre une connaissance de base de la technologie et des procédures de recette d'un PACS, ainsi que des principes essentiels des SIR et des SIH.	Montre une bonne connaissance de la technologie et des procédures de recette d'un PACS, ainsi que des principes essentiels des SIR et des SIH. Possède également une bonne connaissance des critères à respecter pour que le système réponde aux besoins techniques, fonctionnels et de sûreté des utilisateurs.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques a)	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à participer à la maintenance de matériel et de logiciels informatiques comprenant un réseau, y compris à l'utilisation, à la configuration et à la surveillance du matériel réseau actif.	Possède une aptitude limitée à participer à la maintenance de matériel et de logiciels informatiques comprenant un réseau, y compris à l'utilisation, à la configuration et à la surveillance du matériel réseau actif. A besoin d'aide dans des proportions importantes.	Possède une bonne aptitude à participer à la maintenance de matériel et de logiciels informatiques comprenant un réseau, y compris à l'utilisation, à la configuration et à la surveillance du matériel réseau actif. A peu besoin d'aide.	Est capable de participer de manière autonome à la maintenance de matériel et de logiciels informatiques comprenant un réseau, y compris à l'utilisation, à la configuration et à la surveillance du matériel réseau actif.
Date			
Paraphe du superviseur			
Compétences pratiques b)	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à participer à des décisions éclairées sur le choix du système PACS qui répond le mieux aux besoins du service de médecine nucléaire compte tenu de ses principales caractéristiques.	Est capable de participer à des décisions sur le choix d'un système PACS compte tenu de ses principales caractéristiques. A besoin d'aide dans des proportions importantes sur certaines des notions en jeu.	Est capable de participer à des décisions sur le choix d'un système PACS compte tenu de ses principales caractéristiques. A besoin d'une aide limitée sur certaines des notions en jeu.	Est capable de fournir les données « physiques » pour les décisions sur le choix d'un système PACS compte tenu de ses principales caractéristiques de manière autonome.
Date			
Paraphe du superviseur			

Compétences pratiques c)	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à utiliser efficacement des stations de travail, des serveurs et des systèmes PACS de médecine nucléaire couplés au SIR ou au SIH local et ceux qui sont couplés à un système PACS externe.	Est capable d'effectuer la plupart des tâches simples associées à la restauration et au stockage de données en utilisant une station de travail, un serveur et un système PACS couplés au SIR ou au SIH local et ceux qui sont couplés à un système PACS externe. A besoin d'aide pour les tâches plus complexes.	Est capable d'effectuer toutes les tâches associées à la restauration et au stockage de données en utilisant une station de travail, un serveur et un système PACS couplés au SIR ou au SIH local et ceux qui sont couplés à un système PACS externe. A peu besoin d'aide.	Est capable d'effectuer toutes les tâches associées à la restauration et au stockage de données en utilisant une station de travail, un serveur et un système PACS couplés au SIR ou au SIH local et ceux qui sont couplés à un système PACS externe de manière autonome.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 9.9 : Validation des logiciels : simulations informatiques, fantômes et données cliniques

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Connaître les composantes d'une méthode de simulation de Monte-Carlo : fantômes numériques, modèles du traitement d'images, méthodes de calcul rapide, utilisation de fantômes physiques et démarches de validation clinique.	Possède une connaissance de base des méthodes de simulation de Monte-Carlo, des fantômes numériques, des modèles du traitement d'images, des méthodes de calcul rapide, de l'utilisation de fantômes physiques et des démarches de validation clinique.	Possède une bonne connaissance des méthodes de simulation de Monte-Carlo, des fantômes numériques, des modèles du traitement d'images, des méthodes de calcul rapide, de l'utilisation de fantômes physiques et des démarches de validation clinique.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques a)	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à effectuer des simulations de Monte-Carlo avec un des programmes de simulation spécifiques à la médecine nucléaire et à en interpréter correctement les résultats.	Possède une aptitude limitée à effectuer des simulations de Monte-Carlo avec un des programmes de simulation spécifiques à la médecine nucléaire. A besoin d' aide dans des proportions importantes pour que les résultats soient corrects.	Possède une bonne aptitude à effectuer des simulations de Monte-Carlo avec un des programmes de simulation spécifiques à la médecine nucléaire et à en interpréter correctement les résultats . A peu besoin d' aide pour que les résultats obtenus soient justes.	Est capable d'effectuer des simulations de Monte-Carlo avec un des programmes de simulation spécifiques à la médecine nucléaire et d'en interpréter correctement les résultats de manière autonome .
Date			
Paraphe du superviseur			

Compétences pratiques b)	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à participer à la conception d'une étude de validation clinique dont l'objectif est d'améliorer sensiblement la qualité des images et la précision quantitative et de renforcer la confiance de ceux qui analysent les images dans leur diagnostic.	Possède une aptitude limitée à participer à la conception d'une étude de validation clinique. A besoin d' aide dans des proportions importantes .	Possède une bonne aptitude à participer à la conception d'une étude de validation clinique. A peu besoin d' aide .	Est capable de participer à la conception d'une étude de validation clinique de manière autonome .
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

MODULE 10 : APPLICATIONS CLINIQUES

- 10.1 Protocoles relatifs aux procédures cliniques de routine
- 10.2 Artefacts courants sur les images cliniques
- 10.3 Analyse des examens cliniques courants et sources d'erreurs
- 10.4 Principes et base physiologique des examens cliniques courants
- 10.5 Développement de protocoles cliniques afin d'estimer la dosimétrie des patients
- 10.6 Optimisation
- 10.7 Base physiologique de l'imagerie TEP

Sous-module 10.1 : Protocoles relatifs aux procédures cliniques de routine

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Bonne connaissance de l'incidence des facteurs techniques et du protocole d'acquisition sur le résultat final d'une procédure clinique.	Possède une connaissance de base de l'incidence des facteurs techniques et du protocole d'acquisition sur le résultat final d'une procédure clinique.	Possède une bonne connaissance de l'incidence des facteurs techniques et du protocole d'acquisition sur le résultat final d'une procédure clinique.
Date		
Paraphe du superviseur		

Date	Observations du superviseur

Sous-module 10.2 : Artefacts courants sur les images cliniques

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Bonne connaissance des artefacts courants, de leurs causes et de la manière de les traiter.	Possède une connaissance de base des artefacts courants et de leurs causes. Ne sait pas encore comment les traiter.	Possède une bonne connaissance des artefacts courants, de leurs causes et de la manière de les traiter.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à reconnaître des artefacts sur des images de médecine nucléaire, à déterminer leurs causes probables et à engager une action corrective.	Est capable de reconnaître un grand nombre d'artefacts sur des images de médecine nucléaire et de déterminer leurs causes probables. A besoin d'aide pour proposer l'action corrective à engager.	Est capable de reconnaître la plupart des artefacts sur des images de médecine nucléaire, de déterminer leurs causes probables et d'engager une action corrective avec peu d'aide .	Est capable de reconnaître des artefacts sur des images de médecine nucléaire, de déterminer leurs causes probables et d'engager une action corrective de manière autonome .
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 10.3 : Analyse des examens cliniques courants et sources d'erreurs

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Bonne connaissance des sources d'erreurs qui interviennent dans les procédures cliniques, de leurs conséquences pour les patients et des méthodes de validation de ces procédures.	Possède une connaissance de base des sources d'erreurs qui interviennent dans les procédures cliniques, de leurs conséquences pour les patients et des méthodes de validation de ces procédures.	Possède une bonne connaissance des sources d'erreurs qui interviennent dans les procédures cliniques, de leurs conséquences pour les patients et des méthodes de validation de ces procédures.
Date		
Paraphe du superviseur		

Date	Observations du superviseur

Sous-module 10.4 : Principes et base physiologique des examens cliniques courants

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre la physiologie des principaux systèmes d'organes du corps et la manière dont la médecine nucléaire peut être utilisée pour dégager des informations sur le fonctionnement de ces systèmes.	Possède une connaissance de base de la physiologie normale et pathologique des principaux systèmes d'organes du corps et de la manière dont la médecine nucléaire peut être utilisée pour dégager des informations sur le fonctionnement de ces systèmes.	Possède une bonne connaissance de la physiologie normale et pathologique des principaux systèmes d'organes du corps et de la manière dont la médecine nucléaire peut être utilisée pour dégager des informations sur le fonctionnement de ces systèmes.
Date		
Paraphe du superviseur		

Date	Observations du superviseur

Sous-module 10.5 : Développement de protocoles cliniques afin d'évaluer la dosimétrie des patients

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à évaluer la dose patient associée à un nouvel examen de médecine nucléaire.	Est capable de calculer la dose patient associée à un nouvel examen de médecine nucléaire. Les résultats obtenus doivent être soigneusement vérifiés.	Est capable de calculer la dose patient associée à un nouvel examen de médecine nucléaire. A peu besoin d'aide pour que les résultats ne comportent aucune erreur.	Est capable de calculer la dose patient associée à un nouvel examen de médecine nucléaire de manière autonome et sans commettre d'erreurs.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 10.6 : Optimisation

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les méthodes utilisées pour effectuer une analyse risques-avantages des procédures de médecine nucléaire diagnostique et thérapeutique.	Possède une connaissance de base des méthodes utilisées pour effectuer une analyse risques-avantages des procédures de médecine nucléaire diagnostique et thérapeutique.	Possède une bonne connaissance des méthodes utilisées pour effectuer une analyse risques-avantages des procédures de médecine nucléaire diagnostique et thérapeutique.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques a)	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Être capable d'évaluer les procédures de médecine nucléaire diagnostique et les informations obtenues pour ce qui est de la dose absorbée par le patient.	A besoin d' aide dans des proportions importantes pour évaluer les procédures de médecine nucléaire diagnostique et les informations obtenues pour ce qui est de la dose absorbée par le patient.	A peu besoin d' aide pour évaluer les procédures de médecine nucléaire diagnostique et les informations obtenues pour ce qui est de la dose absorbée par le patient.	Est capable d' évaluer les procédures de médecine nucléaire diagnostique et les informations obtenues pour ce qui est de la dose absorbée par le patient de manière autonome .
Date			
Paraphe du superviseur			

Compétences pratiques b)	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Être capable d'évaluer les procédures de radiothérapie métabolique pour ce qui est des possibilités de guérison du patient et des risques de complications.	A besoin d' aide dans des proportions importantes pour évaluer les procédures de radiothérapie métabolique pour ce qui est des possibilités de guérison du patient et des risques de complications.	A peu besoin d' aide pour évaluer les procédures de radiothérapie métabolique pour ce qui est des possibilités de guérison du patient et des risques de complications.	Est capable d' évaluer les procédures de radiothérapie métabolique pour ce qui est des possibilités de guérison du patient et des risques de complications de manière autonome.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 10.7 : Bases physiologiques de l'imagerie TEP

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les principes et les bases physiologiques des examens cliniques courants TEP et TEP-Scan.	Montre une connaissance de base des principes et des bases physiologiques des examens cliniques courants TEP et TEP-Scan.	Montre une bonne connaissance des principes et des bases physiologiques des examens cliniques courants TEP et TEP-Scan.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à reconnaître les aspects normaux sur les examens cérébraux, cardiaques et du corps entier, ainsi que les aspects pathologiques et les artefacts.	A besoin d'aide pour reconnaître les aspects normaux sur les examens cérébraux, cardiaques et du corps entier. A du mal à distinguer les aspects normaux des aspects pathologiques et des artefacts.	Est capable de reconnaître les aspects normaux sur les examens cérébraux, cardiaques et du corps entier et de distinguer la plupart des aspects pathologiques et des artefacts des aspects normaux.	Est capable de reconnaître les aspects normaux sur les examens cérébraux, cardiaques et du corps entier et de distinguer les aspects pathologiques et les artefacts des aspects normaux.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

MODULE 11 : PRÉPARATION ET CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DES RADIOPHARMACEUTIQUES

11.1 : Production et préparation des radiopharmaceutiques

11.2 : Contrôle de la qualité des radiopharmaceutiques

Sous-module 11.1 : Production et préparation des radiopharmaceutiques

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Bonne connaissance des installations nécessaires à la production des radionucléides et des radiopharmaceutiques.	Possède une connaissance de base des installations nécessaires à la production des radionucléides et des radiopharmaceutiques.	Possède une bonne connaissance des installations nécessaires à la production des radionucléides et des radiopharmaceutiques.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Aptitude à appliquer les protocoles adéquats pour préparer des radiopharmaceutiques marqués au ^{99m}Tc .	Est capable de préparer des radiopharmaceutiques marqués au ^{99m}Tc lorsque le protocole est simple. A besoin d'être étroitement encadré.	Est capable de préparer des radiopharmaceutiques marqués au ^{99m}Tc lorsque le protocole est complexe. A besoin d'être encadré.	Est capable de préparer des radiopharmaceutiques marqués au ^{99m}Tc de manière autonome.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

Sous-module 11.2 : Contrôle de la qualité des radiopharmaceutiques

Socle de connaissances	Niveau de compétence atteint	
	2	1
Comprendre les méthodes de contrôle de la qualité et leur importance pour les radiopharmaceutiques.	Possède une connaissance de base des méthodes de CQ pour les radiopharmaceutiques.	Possède une bonne connaissance des méthodes de CQ pour les radiopharmaceutiques.
Date		
Paraphe du superviseur		

Compétences pratiques	Niveau de compétence atteint		
	3	2	1
Être capable d'effectuer des tests de CQ de base sur les radiopharmaceutiques.	Est capable d'effectuer des tests de CQ de base sur certain radiopharmaceutiques s'il est étroitement encadré.	Est capable d'effectuer des tests de CQ de base sur les radiopharmaceutiques. A peu besoin d'être encadré.	Est capable d'effectuer des tests de CQ de base sur les radiopharmaceutiques de manière autonome.
Date			
Paraphe du superviseur			

Date	Observations du superviseur

APPENDICE VI.

FORMULAIRES ET DOCUMENTS COMPLÉMENTAIRES

DEMANDE D'ADMISSION EN TANT QU'INTERNE AU PROGRAMME DE FORMATION CLINIQUE SUR LA PHYSIQUE DE LA MÉDECINE NUCLÉAIRE.....	255
LISTE DE CONTRÔLE POUR LES NOUVEAUX INTERNES (TROIS PREMIERS MOIS DU PROGRAMME DE FORMATION).....	260
CONTRAT D'ÉTUDES	261
RÉSUMÉ DU CALENDRIER POUR L'ENSEMBLE DU PROGRAMME DE FORMATION CLINIQUE.....	264
CALENDRIER DES TRAVAUX	267
CALENDRIER D'ÉTABLISSEMENT DU PORTFOLIO	268
FORMULAIRE DE RAPPORT D'AVANCEMENT SEMESTRIEL	269
LISTE DE CONTRÔLE ANNUELLE POUR LES INTERNES	272
LISTE DE CONTRÔLE DES ÉTAPES À ACCOMPLIR PAR L'INTERNE	273

DEMANDE D'ADMISSION
EN TANT QU'INTERNE AU
PROGRAMME DE FORMATION CLINIQUE
SUR LA PHYSIQUE DE LA MÉDECINE NUCLÉAIRE
ADMINISTRÉ PAR

Nom de famille : **Prénom(s) :**
(en MAJUSCULES) (en MAJUSCULES)

Veillez souligner le prénom par lequel vous souhaitez être appelé.

Veillez cocher la case correspondante

M^{me} M.

Renseignements personnels concernant le demandeur

(veuillez inscrire tous les renseignements en MAJUSCULES)

Adresse :
.....
.....

Code postal :

Numéro de téléphone : Télécopie :

Courriel :

Études antérieures

Une copie du (des) diplôme(s) obtenu(s) et/ou du dossier universitaire dans la langue d'origine (et leur traduction française s'ils ne sont pas en français) doit être jointe à cette demande et envoyée au coordonnateur national du programme.

Premier cycle universitaire :

Nom de l'établissement :

Adresse de l'établissement :

Année de début : Année de fin :

Intitulé du diplôme obtenu :

Spécialité :

Études post-licence en physique médicale :

Nom de l'établissement :

Adresse de l'établissement :

Année de début : Année de fin :

Intitulé du diplôme obtenu :

Spécialité :

Autres études post-licence :

Nom de l'établissement :

Adresse de l'établissement :

Année de début : Année de fin :

Intitulé du diplôme obtenu :

Spécialité :

Joindre des feuilles supplémentaires si nécessaire.

Doit être signé par le coordonnateur national du programme :

J'ai examiné le(s) diplôme(s) du demandeur et/ou l'(les) extrait(s) de son dossier universitaire, dans leur langue d'origine (et leur traduction française s'ils ne sont pas en français). Ce cursus permet à l'interne d'être admis au Programme de formation clinique destiné aux médecins en médecine nucléaire en (mettre le nom de l'État Membre).

Signature : Date :/...../.....

Coordonnateur national du programme pour (mettre le nom de l'État Membre).

Renseignements concernant le programme de formation

Internat au sein d'un service :

Nom du service :

Adresse du service :

.....

..... Code postal :

Physicien principal¹² :

Numéro de téléphone : Numéro de télécopie :

Courriel :

Superviseur clinique (s'il est désigné) :

Numéro de téléphone : Numéro de télécopie :

Courriel :

Renseignements concernant l'emploi de l'interne

Date de début prévue/effective :

Temps plein ou temps partiel :

Permanent

Temporaire

S'il est temporaire, veuillez indiquer sa durée :

Doit être signé pour le compte de l'employeur :

Je certifie que le demandeur a été accepté pour une formation clinique continue au sein de ce service et que les informations fournies ci-dessus sont exactes.

Visé par : Date :/...../.....

(signé pour le compte de l'employeur)

¹² Il s'agit de la personne qui a la responsabilité d'ensemble du service de physique médicale dans lequel l'interne se forme.

Nom en MAJUSCULES

Poste (par exemple chef de service).....

Déclaration du demandeur

Par la présente, je demande à être admis au programme de formation clinique sur la physique en médecine nucléaire.

Je certifie que les renseignements fournis dans la présente demande d'admission sont, pour autant que je sache, exacts.

SIGNATURE DU DEMANDEUR : DATE :

Instructions pour le demandeur

Veillez vous assurer :

- *qu'une copie de votre (vos) diplôme(s) et/ou de l'extrait (des extraits) de votre dossier universitaire dans leur langue d'origine (et de leur traduction française s'ils ne sont pas en français) est jointe à cette demande d'admission,*
- *que le chef de service ou une autre autorité compétente a signé la partie « Renseignements concernant le programme de formation » (en confirmant que vous avez été accepté pour une formation clinique).*

La présente demande d'admission doit être adressée par voie postale ou par courriel au coordonnateur national du programme. Les signatures électroniques sont acceptées.

Vous serez avisé de la suite réservée à votre demande.

Informations concernant le coordonnateur national du programme

Insérer ici ses coordonnées

**LISTE DE CONTRÔLE POUR LES NOUVEAUX INTERNES
(TROIS PREMIERS MOIS DU PROGRAMME DE FORMATION)**

INTERNE : _____

DATE DU DÉBUT DE L'INTERNAT : _____

Date de réalisation

ATTRIBUTION D'UN SUPERVISEUR CLINIQUE

ENVOI DU FORMULAIRE DE DEMANDE
D'INTERNAT AU COORDONNATEUR
NATIONAL DU PROGRAMME

RÉCEPTION DE LA LETTRE ENVOYÉE PAR LE
COORDONNATEUR NATIONAL DU
PROGRAMME POUR SIGNALER L'ADMISSION
AU PROGRAMME DU DEMANDEUR

ACCUEIL EFFECTUÉ PAR LE SUPERVISEUR
CLINIQUE

L'INTERNE A COMMENCÉ UN JOURNAL DE
BORD (si besoin est)

L'INTERNE A REÇU LE GUIDE DE FORMATION
CLINIQUE

ÉTABLISSEMENT DU CALENDRIER DES
RÉUNIONS RÉGULIÈRES (au minimum
mensuelles) ENTRE LE SUPERVISEUR ET
L'INTERNE

PLAN DE FORMATION POUR LES SIX
PREMIERS MOIS ARRÊTÉ

PLAN DE FORMATION POUR LA DURÉE DE
L'INTERNAT ÉTABLI ET ARRÊTÉ D'UN
COMMUN ACCORD AVEC LE SUPERVISEUR
CLINIQUE

L'INTERNE A COMMENCÉ À ASSISTER AUX
RÉUNIONS ET/OU AUX TRAVAUX DIRIGÉS
CLINIQUES

CONTRAT D'ÉTUDES (SUITE)

Mois (préciser par ex. janv.)	Sous-modules qui doivent être étudiés	Connaissances préalables qui doivent être acquises avant le (date)	Date d'évaluation des compétences	Ressources/stratégies (utiliser la partie notes ci-après si nécessaire)
4.				
5.				
6.				

RÉSUMÉ DU CALENDRIER POUR L'ENSEMBLE DU PROGRAMME DE FORMATION CLINIQUE

Niveau de compétences qui doit être atteint et évalué avant la fin de la période spécifiée.

SOUS-MODULE/ COMPÉTENCE	Année de formation							
	Préciser, par exemple 2012							
	1		2		3		4	
	Janv.- juin	Juil.- déc.	Janv.- juin	Juil.- déc.	Janv.- juin	Juil.- déc.	Janv.- juin	
1.1								
1.2								
1.3								
2.1								
2.2								
2.3								
2.4								
2.5								
2.6								
2.7								
3.1								
3.2								
4.1								
4.2								
4.3								
4.4								

**RÉSUMÉ DU CALENDRIER POUR L'ENSEMBLE DU
PROGRAMME DE FORMATION CLINIQUE (suite)**

Niveau de compétences qui doit être atteint et évalué avant la fin de la période spécifiée.

SOUS-MODULE/ COMPÉTENCE	Année de formation							
	Préciser, par exemple 2012							
	1		2		3		4	
	Janv.- juin	Juil.- déc.	Janv.- juin	Juil.- déc.	Janv.- juin	Juil.- déc.	Janv.- juin	
5.1								
5.2								
5.3								
5.4								
5.5								
6.1								
6.2								
6.3								
6.4								
6.5								
7.1								
7.2								
7.3								
7.4								
7.5								
7.6								
7.7								
8.1								
8.2								
8.3								

**RÉSUMÉ DU CALENDRIER POUR L'ENSEMBLE DU
PROGRAMME DE FORMATION CLINIQUE (suite)**

Niveau de compétences qui doit être atteint et évalué avant la fin de la période spécifiée.

SOUS-MODULE/ COMPÉTENCE	Année de formation						
	Préciser, par exemple 2012						
	1		2		3		4
	Janv.- juin	Juil.- déc.	Janv.- juin	Juil.- déc.	Janv.- juin	Juil.- déc.	Janv.- juin
8.4							
8.5							
8.6							
9.1							
9.2							
9.3							
9.4							
9.5							
9.6							
9.7							
9.8							
9.9							
10.1							
10.2							
10.3							
10.4							
10.5							
10.6							
10.7							
11.1							
11.2							

CALENDRIER DES TRAVAUX

	Année de formation					
	Préciser, par exemple 2012					
	1		2		3	
	Janv.- Juin	Juil.- déc.	Janv.- Juin	Juil.- déc.	Janv.- Juin	Juil.- déc.
TRAVAIL N° 1.						
Sujet sélectionné						
Travail remis						
Jugé satisfaisant						
TRAVAIL N° 2.						
Sujet sélectionné						
Travail remis						
Jugé satisfaisant						
TRAVAIL N° 3.						
Sujet sélectionné						
Travail remis						
Jugé satisfaisant						

CALENDRIER D'ÉTABLISSEMENT DU PORTFOLIO

	Année de formation					
	Préciser, par exemple 2012					
	1		2		3	
	Janv.- Juin	Juil.- déc.	Janv.- Juin	Juil.- déc.	Janv.- Juin	Juil.- déc.
Curriculum vitae établi et mis à jour (au moins une fois par an)						
Les rapports d'avancement ont été remplis par l'interne et son superviseur clinique						
Exemples de travaux						
EXEMPLE 1						
Sujet et nature de l'exemple choisi						
Exemple de travail effectué						
EXEMPLE 2						
Sujet et nature de l'exemple choisi						
Exemple de travail effectué						
EXEMPLE 3						
Sujet et nature de l'exemple choisi						
Exemple de travail effectué						
EXEMPLE 4						
Sujet et nature de l'exemple choisi						
Exemple de travail effectué						
EXEMPLE 5						
Sujet et nature de l'exemple choisi						
Exemple de travail effectué						

FORMULAIRE DE RAPPORT D'AVANCEMENT SEMESTRIEL

Interne : _____ Superviseur clinique : _____
 (mettre les noms en MAJUSCULES)

Date du présent rapport : ____/____/____

Date de début du programme de formation : ____/____/____

Le présent rapport constitue, pour vous et votre superviseur clinique, une occasion d'évaluer la manière dont votre formation clinique a progressé au cours des six derniers mois, de modifier votre plan de travail pour le semestre à venir, de revoir le calendrier d'ensemble (si besoin est) et de passer en revue tous les aspects de votre internat. Votre superviseur clinique devrait lire ce rapport d'avancement et en discuter avec vous.

Vous devez en particulier signaler tout obstacle aux progrès (impossibilité d'accéder à un appareil, maladie, etc.) et votre superviseur clinique doit indiquer les mesures prises pour résoudre ces problèmes (s'il y a lieu).

RÉSUMÉ DES PROGRÈS RÉALISÉS AU COURS DE CE SEMESTRE

(à remplir par l'interne)

Sous-modules étudiés															
Niveau de compétences atteint (si une évaluation a été menée)															
Sous-modules étudiés															
Niveau de compétences atteint (si une évaluation a été menée)															
Le travail prévu a été remis (oui/non/sans objet)															
L'exemple prévu pour le portfolio a été réalisé (oui/non/sans objet)															
Autres (par ex. présentation lors d'un séminaire, projet de recherche)															

DÉVELOPPEMENT DES QUALITÉS PROFESSIONNELLES

(à remplir par le superviseur clinique).

Compétences génériques	Évaluez les capacités de l'interne concernant les qualités professionnelles suivantes. Y a-t-il une trace du développement ou de l'acquisition de cette compétence dans son portfolio ?
Communication	
Initiative	
Motivation	
Résolution de problèmes	
Sûreté dans les méthodes de travail	
Travail en équipe	
Compétences techniques	
Gestion du temps	
Mise à jour des connaissances	

DÉCLARATION DU SUPERVISEUR CLINIQUE

J'ai discuté du résumé (ci-dessus) des progrès réalisés pendant cette période avec l'interne et j'estime qu'il reflète fidèlement les progrès réalisés au cours des six derniers mois. L'avancement du programme de formation clinique de l'interne est jugé

- Satisfaisant** (l'interne progresse conformément au calendrier fixé et devrait terminer le programme de formation à la date prévue)
- Légèrement inférieur aux attentes : les progrès ont été entravés par des**
- A **Problèmes indépendants de la volonté de l'interne et qui sont aujourd'hui résolus,**
- ou
- B **Problèmes qui doivent encore être résolus**

Ces problèmes sont décrits dans la partie commentaires du présent rapport, laquelle précise également les actions correctives engagées. Le calendrier d'ensemble a été revu et approuvé par l'interne et par le superviseur clinique.

- Insatisfaisant**

Comme mentionné ci-après, des problèmes doivent être résolus.

L'interne devra établir un rapport d'avancement complémentaire d'ici trois mois.

Commentaires de l'interne : (joindre des pages supplémentaires si besoin est. Veuillez indiquer tous les problèmes/obstacles que vous avez éventuellement rencontrés et qui ont nui à votre progression)

Commentaires du superviseur clinique : (joindre des pages supplémentaires si besoin est. Veuillez commenter les actions correctives proposées pour résoudre les problèmes signalés par l'interne)

LISTE DE CONTRÔLE ANNUELLE POUR LES INTERNES
(à remplir trois mois avant la fin de l'année)

Interne : _____

ANNÉE : 1 2 3 4 5 (entourez l'année)

ANNÉE : 20____

	✓ lorsque le résultat est satisfaisant	Commentaires
DES RENCONTRES RÉGULIÈRES (au moins une fois par mois) ONT EU LIEU ENTRE LE SUPERVISEUR ET L'INTERNE		
LE JOURNAL DE BORD DE L'INTERNE EST À JOUR		
L'ÉVALUATION DES COMPÉTENCES EST À JOUR		
LES RAPPORTS SEMESTRIELS DU SUPERVISEUR ONT ÉTÉ ÉTABLIS (ET TRANSMIS AU COORDONNATEUR NATIONAL DU PROGRAMME)		
EXAMEN DU DOSSIER ET RAPPORT ANNUEL		
LE PLAN DE FORMATION ANNUEL EST À JOUR		
LE PLAN DE FORMATION POUR LA DURÉE DE L'INTERNAT EST À JOUR		
L'INTERNE ASSISTE RÉGULIÈREMENT AUX RÉUNIONS ET/OU AUX TRAVAUX DIRIGÉS CLINIQUES		
AU MOINS CINQ RAPPORTS PRINCIPAUX DU PORTFOLIO DEVANT ÊTRE ÉVALUÉS SONT PROGRAMMÉS OU EN COURS DE RÉALISATION		
LES TRAVAUX CONFISÉS POUR L'ANNÉE EN COURS SONT ACHEVÉS		

LISTE DE CONTRÔLE DES ÉTAPES À ACCOMPLIR PAR L'INTERNE

Interne : _____

LISTE DE CONTRÔLE DES ÉTAPES À ACCOMPLIR	Date de réalisation
Le niveau de compétences requis pour tous les sous-modules est atteint	
Le portfolio est complet et a été jugé satisfaisant	
Trois travaux ont été effectués et ont obtenu la note de 3 ou une meilleure note	
L'épreuve orale a eu lieu et a été jugée satisfaisante	
L'épreuve pratique a eu lieu et a été jugée satisfaisante (si nécessaire)	

RÉFÉRENCES

- [1] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Normes fondamentales internationales de protection contre les rayonnements ionisants et de sûreté des sources de rayonnements, collection Sécurité n° 115, AIEA, Vienne (1997).
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, El físico médico: Criterios y recomendaciones para su formación académica, entrenamiento clínico y certificación en América Latina Human Health Reports No. 1, IAEA, Vienna (2010).
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/P1424_S_web.pdf
- [3] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR MEDICAL PHYSICS, IOMP Policy Statement No. 2, Basic Requirements for Education and Training (in press).
- [4] NG, K.H. et al., The role, responsibilities and status of the clinical medical physicist in AFOMP, Australas Phys Eng Sci Med **32** 4 (2009) 175-9.
- [5] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, Alternative Clinical Training Pathways for Medical Physicists, AAPM Rep. 133, New York (2008).
http://www.aapm.org/pubs/reports/RPT_133.pdf
- [6] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Formation clinique des physiciens médicaux se spécialisant en radio-oncologie, collection Cours de formation n° 37, AIEA, Vienne (2012).
http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TCS-37f_web.pdf
- [7] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Formation clinique des physiciens médicaux se spécialisant en radiodiagnostic, collection Cours de formation n° 47, AIEA (en cours de publication).

PERSONNES AYANT COLLABORÉ À LA RÉDACTION ET À L'EXAMEN

Afroj Quadir, K.	Commission de l'énergie atomique du Bangladesh, Bangladesh
Axelsson, B.	Hôpital central de Växjö, Suède
Bokulic, T.	Hôpital universitaire « Sestre milosrdnice », Croatie
Cormack, J.	Flinders Medical Centre, Adelaïde, Australie
Dias, M.P.	Agence internationale de l'énergie atomique
Duggan, L.	New South Wales Health, Australie
Eberl, S.	Hôpital royal Prince Alfred, Sydney, Australie
Fulton, R.	Hôpital de Westmead, Australie
Jönsson, B.-A.	Hôpital universitaire de Lund, Suède
Knešaurek, K.	Centre médical du mont Sinaï, New York, États-Unis d'Amérique
Krisanachinda, A.	Université Chulalongkorn, Thaïlande
McLean, I.D.	Agence internationale de l'énergie atomique
Palm, S.	Agence internationale de l'énergie atomique
Strand, S.-E.	Université de Lund, Suède
Solanki, K.	Hôpital universitaire de Cambridge, Royaume-Uni
Thomas, B.	Université de technologie du Queensland, Australie
Zanzonico, P.	Memorial Sloan-Kettering Cancer Center, États-Unis d'Amérique

Réunions des consultants

Vienne (Autriche) : 25–28 mai 2009 ; Brisbane (Australie) : 27–30 octobre 2009.



IAEA

Agence internationale de l'énergie atomique

N° 22

Lieux de vente des publications de l'AIEA

Dans les pays suivants, vous pouvez vous procurer les publications de l'AIEA chez nos dépositaires ci-dessous ou auprès de grandes librairies. Le paiement peut être effectué en monnaie locale ou avec des coupons Unesco.

ALLEMAGNE

UNO-Verlag, Vertriebs- und Verlags GmbH, Am Hofgarten 10, 53113 Bonn
Téléphone : + 49 228 94 90 20 • Télécopie : +49 228 94 90 20 ou +49 228 94 90 222
Courriel : bestellung@uno-verlag.de • Site web : <http://www.uno-verlag.de>

AUSTRALIE

DA Information Services, 648 Whitehorse Road, MITCHAM 3132
Téléphone : +61 3 9210 7777 • Télécopie : +61 3 9210 7788
Courriel : service@dadirect.com.au • Site web : <http://www.dadirect.com.au>

BELGIQUE

Jean de Lannoy, 202 avenue du Roi, 1190 Bruxelles
Téléphone : +32 2 538 43 08 • Télécopie : +32 2 538 08 41
Courriel : jean.de.lannoy@infoboard.be • Site web : <http://www.jean-de-lannoy.be>

CANADA

Bernan Associates, 4501 Forbes Blvd, Suite 200, Lanham, MD 20706-4346, États-Unis d'Amérique
Téléphone : 1-800-865-3457 • Télécopie : 1-800-865-3450
Courriel : customercare@bernan.com • Site web : <http://www.bernan.com>

Renouf Publishing Company Ltd., 1-5369 Canotek Rd., Ottawa, Ontario, K1J 9J3
Téléphone : +613 745 2665 • Télécopie : +613 745 7660
Courriel : order.dept@renoufbooks.com • Site web : <http://www.renoufbooks.com>

CHINE

Publications de l'AIEA en chinois : China Nuclear Energy Industry Corporation, Translation Section, P.O. Box 2103, Beijing

CORÉE, RÉPUBLIQUE DE

KINS Inc., Information Business Dept. Samho Bldg. 2nd Floor, 275-1 Yang Jae-dong SeoCho-G, Seoul 137-130
Téléphone : +02 589 1740 • Télécopie : +02 589 1746 • Site web : <http://www.kins.re.kr>

ESPAGNE

Díaz de Santos, S.A., c/Juan Bravo, 3A, 28006 Madrid
Téléphone : +34 91 781 94 80 • Télécopie : +34 91 575 55 63
Courriel : compras@diazdesantos.es, carmela@diazdesantos.es, barcelona@diazdesantos.es, julio@diazdesantos.es •
Site web : <http://www.diazdesantos.es>

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

Bernan Associates, 4501 Forbes Blvd., Suite 200, Lanham, MD 20706-4346
Téléphone : 1-800-865-3457 • Télécopie : 1-800-865-3450
Courriel : customercare@bernan.com • Site web : <http://www.bernan.com>

Renouf Publishing Company Ltd., 812 Proctor Ave., Ogdensburg, NY, 13669
Téléphone : +888 551 7470 (n° vert) • Télécopie : +888 568 8546 (n° vert)
Courriel : order.dept@renoufbooks.com • Site web : <http://www.renoufbooks.com>

FINLANDE

Akateeminen Kirjakauppa, PO BOX 128 (Keskuskatu 1), 00101 Helsinki
Téléphone : +358 9 121 41 • Télécopie : +358 9 121 4450
Courriel : akatilaus@akateeminen.com • Site web : <http://www.akateeminen.com>

FRANCE

Form-Edit, 5 rue Janssen, B.P. 25, 75921 Paris Cedex 19
Téléphone : +33 1 42 01 49 49 • Télécopie : +33 1 42 01 90 90
Courriel : formedit@formedit.fr • Site web : <http://www.formedit.fr>

Lavoisier SAS, 145 rue de Provigny, 94236 Cachan Cedex
Téléphone : + 33 1 47 40 67 02 • Télécopie : +33 1 47 40 67 02
Courriel : romuald.verrier@lavoisier.fr • Site web : <http://www.lavoisier.fr>

HONGRIE

Librotrade Ltd., Book Import, P.O. Box 126, 1656 Budapest
Téléphone : +36 1 257 7777 • Télécopie : +36 1 257 7472 • Courriel : books@librotrade.hu

INDE

Allied Publishers Group, 1st Floor, Dubash House, 15, J. N. Heredia Marg, Ballard Estate, Mumbai 400 001
Téléphone : +91 22 22617926/27 • Télécopie : +91 22 22617928
Courriel : alliedpl@vsnl.com • Site web : <http://www.alliedpublishers.com>

Bookwell, 2/72, Nirankari Colony, Delhi 110009
Téléphone : +91 11 23268786, +91 11 23257264 • Télécopie : +91 11 23281315
Courriel : bookwell@vsnl.net

ITALIE

Libreria Scientifica Dott. Lucio di Biasio « AEIOU », Via Coronelli 6, 20146 Milan
Téléphone : +39 02 48 95 45 52 ou 48 95 45 62 • Télécopie : +39 02 48 95 45 48
Courriel : info@libreriaaeiou.eu • Site web : www.libreriaaeiou.eu

JAPON

Maruzen Company, Ltd., 13-6 Nihonbashi, 3 chome, Chuo-ku, Tokyo 103-0027
Téléphone : +81 3 3275 8582 • Télécopie : +81 3 3275 9072
Courriel : journal@maruzen.co.jp • Site web : <http://www.maruzen.co.jp>

NOUVELLE-ZÉLANDE

DA Information Services, 648 Whitehorse Road, Mitcham Victoria 3132, Australie
Téléphone : +61 3 9210 7777 • Télécopie : +61 3 9210 7788
Courriel : service@dadirect.com.au • Site web : <http://www.dadirect.com.au>

ORGANISATION DES NATIONS UNIES

Dépt. I004, Bureau DC2-0853, First Avenue at 46th Street, New York, N.Y. 10017, États-Unis d'Amérique (ONU)
Téléphone : +800 253-9646 ou +212 963-8302 • Télécopie : +212 963-3489
Courriel : publications@un.org • Site web : <http://www.un.org>

PAYS-BAS

De Lindeboom Internationale Publicaties B.V., M.A. de Ruyterstraat 20A, 7482 BZ Haaksbergen
Téléphone : +31 (0) 53 5740004 • Télécopie : +31 (0) 53 5729296
Courriel : books@delindeboom.com • Site web : <http://www.delindeboom.com>

Martinus Nijhoff International, Koraaalrood 50, P.O. Box 1853, 2700 CZ Zoetermeer
Téléphone : +31 793 684 400 • Télécopie : +31 793 615 698
Courriel : info@nijhoff.nl • Site web : <http://www.nijhoff.nl>

Swets and Zeitlinger b.v., P.O. Box 830, 2160 SZ Lisse
Téléphone : +31 252 435 111 • Télécopie : +31 252 415 888
Courriel : infoho@swets.nl • Site web : <http://www.swets.nl>

RÉPUBLIQUE TCHÈQUE

Suweco CZ, S.R.O., Klecakova 347, 180 21 Prague 9
Téléphone : +420 26603 5364 • Télécopie : +420 28482 1646
Courriel : nakup@suweco.cz • Site web : <http://www.suweco.cz>

ROYAUME-UNI

The Stationery Office Ltd, International Sales Agency, P.O. Box 29, Norwich, NR3 1 GN
Téléphone (commandes) : +44 870 600 5552 • (demandes de renseignements) : +44 207 873 8372 •
Télécopie : +44 207 873 8203
Courriel (commandes) : book.orders@tso.co.uk • (demandes de renseignements) : book.enquiries@tso.co.uk •
Site web : <http://www.tso.co.uk>

Commandes en ligne

DELTA Int. Book Wholesalers Ltd., 39 Alexandra Road, Addlestone, Surrey, KT15 2PQ
Courriel : info@profbooks.com • Site web : <http://www.profbooks.com>

Ouvrages sur l'environnement

Earthprint Ltd., P.O. Box 119, Stevenage SG1 4TP
Téléphone : +44 1438748111 • Télécopie : +44 1438748844
Courriel : orders@earthprint.com • Site web : <http://www.earthprint.com>

SLOVÉNIE

Cankarjeva Založba d.d., Kopitarjeva 2, 1512 Ljubljana
Téléphone : +386 1 432 31 44 • Télécopie : +386 1 230 14 35
Courriel : import.books@cankarjeva-z.si • Site web : <http://www.cankarjeva-z.si/uvoz>

Les commandes et demandes d'information peuvent aussi être adressées directement à :

Unité de la promotion et de la vente, Agence internationale de l'énergie atomique

Centre international de Vienne, B.P. 100, 1400 Vienne (Autriche)
Téléphone : +43 1 2600 22529 (ou 22530) • Télécopie : +43 1 2600 29302
Courriel : sales.publications@iaea.org • Site web : <http://www.iaea.org/books>