



## **CHAMP DE PRATIQUE DES PHYSICIENS MÉDICAUX CERTIFIÉS DU CANADA**

Document préparé  
par le Comité des affaires professionnelles  
de l'Organisation canadienne des physiciens médicaux (OCPM)

## TABLE DES MATIÈRES

I.	INTRODUCTION.....	3
II.	DESCRIPTION GÉNÉRALE DES PHYSICIENS MÉDICAUX .....	3
	A. Service clinique .....	3
	B. Radioprotection .....	4
	C. Recherche et développement .....	4
	D. Enseignement.....	5
	E. Emploi des physiciens médicaux au Canada.....	5
III.	FORMATION DES PHYSICIENS MÉDICAUX .....	5
IV.	PHYSICIEN MÉDICAL QUALIFIÉ.....	5
V.	TÂCHES ET RESPONSABILITÉS DES PHYSICIENS MÉDICAUX .....	6
	A. Sélection de l'équipement.....	6
	B. Conception des installations et blindage .....	6
	C. Essais d'acceptation .....	6
	D. Mise en service.....	6
	E. Systèmes informatiques et réseautage.....	6
	F. Assurance de la qualité .....	7
	G. Sécurité .....	7
	H. Développement technique.....	7
	I. Enseignement et recherche.....	7
	J. Expertise particulière de la surspécialité.....	8
VI.	RESPONSABILITÉ DES PHYSICIENS MÉDICAUX.....	11
VII.	ENGAGEMENT D'ASSURANCE DE LA QUALITÉ.....	12
VIII.	LES PHYSICIENS MÉDICAUX ET L'ATTÉNUATION DU RISQUE POTENTIEL .....	12
IX.	LA SCIENCE DE LA PHYSIQUE MÉDICALE .....	13
X.	LE MILIEU DE TRAVAIL ET LA CULTURE DES PHYSICIENS MÉDICAUX .....	13
XI.	LA RESPONSABILITÉ LÉGALE ET L'ASSURANCE EN PHYSIQUE MÉDICALE .....	14
XII.	RÈGLEMENTATION DES PHYSICIENS MÉDICAUX .....	14

\* Afin d'alléger le présent texte, nous avons employé le masculin comme genre neutre pour désigner aussi bien les femmes que les hommes.

## **I. INTRODUCTION**

Les physiciens médicaux sont des professionnels de la santé qui ont une formation spécialisée dans les applications médicales de la physique. Leur travail concerne les façons d'utiliser de manière sécuritaire les rayons X, les matières radioactives, les ultrasons, les champs magnétiques et électriques, les ondes de radiofréquence, les ondes infrarouges et ultraviolettes, la chaleur et les lasers pour des applications diagnostiques et thérapeutiques. La plupart des physiciens médicaux du Canada travaillent dans des installations de traitement du cancer, des départements d'imagerie diagnostique en milieu hospitalier, ou des établissements de recherche en milieu hospitalier. D'autres physiciens médicaux travaillent pour les universités, le gouvernement ou l'industrie.

Le présent document décrit le champ de pratique des physiciens médicaux certifiés pour exercer en environnement clinique. Il faut noter aussi qu'il est basé sur la structure de certification établie par le Collège canadien des physiciens en médecine (CCPM), qui reconnaît les quatre surspécialités suivantes :

- a) Physique de la radio-oncologie
- b) Physique de la radiologie diagnostique
- c) Physique de la médecine nucléaire
- d) Imagerie par résonance magnétique

## **II. DESCRIPTION GÉNÉRALE DES PHYSICIENS MÉDICAUX**

### **A. Service clinique**

Les physiciens médicaux sont principalement responsables d'une gamme d'activités cliniques. Cela inclut le développement technique, la consultation clinique, la conception des installations, la conception appropriée des instruments médicaux pour en assurer le rendement optimal, les spécifications, l'acceptation, la mise en service, la mise à l'épreuve, l'étalonnage, le dépannage, la conformité réglementaire, la radioprotection et la préparation des politiques et des procédures.

Les connaissances et l'expertise unique des physiciens médicaux font en sorte qu'ils sont souvent appelés à participer à la résolution des problèmes liés aux cas complexes, aux défaillances ou aux pannes d'équipement, aux logiciels ou au matériel, et aux erreurs humaines. Ils jouent un rôle important d'interprétation de l'information technique complexe et de sa traduction subséquente en format plus accessible à d'autres, comme les administrateurs, les médecins, le personnel hospitalier et le public. Ils sont aussi particulièrement qualifiés pour communiquer les exigences techniques aux représentants des compagnies de fabrication des instruments médicaux.

Bien qu'un grand nombre de ces activités se retrouve de manière générale dans toutes les surspécialités, il existe aussi des responsabilités particulières à chacune des surspécialités.

#### **1. Radio-oncologie**

Les physiciens médicaux spécialisés en radio-oncologie ont la responsabilité d'optimiser et d'assurer la précision de l'administration des traitements de radiothérapie. Le physicien médical spécialisé en radiothérapie s'occupe notamment de la planification du traitement, de la dosimétrie et de la performance des instruments médicaux. Il doit pour cela connaître les rouages des systèmes d'information, les algorithmes mathématiques, les logiciels et une gamme de dispositifs complexes comme les appareils simulateurs de tomographie par ordinateur, les accélérateurs linéaires et les projecteurs de sources à distance pour la curiethérapie.

#### **2. Radiologie diagnostique**

Les physiciens médicaux spécialisés en radiologie diagnostique sont principalement responsables de la qualité et de la sécurité des modalités de l'imagerie diagnostique comme la

tomodensitométrie, la fluoroscopie, la radiographie, la mammographie et les ultrasons. Le physicien médical spécialisé en imagerie diagnostique s'occupe notamment des spécifications des instruments médicaux, des essais d'acceptation, de l'assurance de la qualité, de l'élaboration des protocoles, de l'optimisation d'image et du dépannage.

### **3. Médecine nucléaire**

Les physiciens médicaux spécialisés en médecine nucléaire sont responsables de nombreux aspects de la gestion et de l'utilisation des sources radioactives non scellées pour le diagnostic et la thérapie, notamment : le choix des instruments médicaux et l'évaluation de la performance; la conception des protocoles d'acquisition d'images planaires, par tomographie d'émission monophotonique (TEMP), et par tomographie par émission de positrons (TEP); la détermination des protocoles de reconstruction appropriés de TEMP et de TEP; la participation à l'analyse des images et des données; et la conception des études dosimétriques. Les physiciens médicaux sont également des spécialistes de la radioprotection, ils fournissent des conseils sur la manipulation sécuritaire du matériel radioactif et l'utilisation sécuritaire des dispositifs émettant des rayonnements, y compris la performance des calculs de blindage, et ils fournissent des conseils sur les techniques d'élimination et sur les mesures de contrôle de la contamination.

Bien que les physiciens médicaux fassent partie d'équipes cliniques formées d'une gamme de professionnels experts de différents domaines, c'est le physicien médical qui comble les écarts entre les différents domaines et qui fournit la continuité par sa compréhension scientifique fondamentale des processus cliniques, son approche systématique du dépannage et sa résolution créative des problèmes.

### **4. Imagerie par résonance magnétique**

Les physiciens médicaux spécialisés en imagerie par résonance magnétique (IRM) travaillent avec les scanners d'IRM et sont responsables d'assurer la qualité optimale des images, le blindage contre les champs magnétiques, le bon fonctionnement du blindage contre la radiofréquence et les pratiques, les politiques et les procédures sécuritaires pour les secteurs à proximité d'un champ magnétique intense. Le physicien médical spécialisé en IRM joue également un rôle important dans le développement des séquences et des protocoles d'acquisition et en ce qui concerne les logiciels et les procédures de post-traitement des images. Le physicien médical spécialisé en IRM peut également être invité à participer à l'interprétation des images ou des spectres, particulièrement en présence d'artefacts d'images. Les responsabilités d'un physicien médical spécialisé en IRM incluent les spécifications des instruments médicaux, la conception de l'emplacement des sites d'IRM, les essais d'acceptation, l'assurance de la qualité et le dépannage lié aux artefacts d'images.

## **B. Radioprotection**

Les physiciens médicaux possèdent de l'expertise en radioprotection. Sous réserve d'évaluation complémentaire, les organismes de réglementation canadiens reconnaissent que les physiciens médicaux certifiés par le Collège canadien des physiciens en médecine (CCPM) sont particulièrement aptes à occuper les fonctions de responsables de la radioprotection des installations médicales qui utilisent des appareils émettant des rayonnements et des matières radioactives.

## **C. Recherche et développement**

Les physiciens médicaux jouent en général un rôle de premier plan en ce qui a trait à la conception, à la construction, à la caractérisation et à l'optimisation des systèmes d'imagerie et des appareils de traitement de radiothérapie. Les physiciens médicaux spécialisés en oncologie participent notamment à des domaines de recherche qui portent par exemple sur la théorie de l'absorption des rayonnements et du calcul de dose, la mesure des doses de rayonnement, l'utilisation de la chaleur et des lasers dans le traitement du cancer et la radiobiologie. La physique de l'imagerie médicale inclut la théorie de la formation des images, le développement et la

caractérisation des détecteurs, le développement des techniques d'évaluation de la qualité des images et l'examen des paramètres de sécurité de l'imagerie.

#### **D. Enseignement**

De nombreux physiciens médicaux sont titulaires de nominations universitaires, ou enseignent au sein de programmes de premier cycle et d'études supérieures en physique médicale et en physique, ou tout cela. Ils enseignent également aux résidents en radiologie et en radio-oncologie, aux étudiants en médecine, aux résidents en physique médicale, aux radiographes, aux radiothérapeutes et aux technologues en médecine nucléaire.

#### **E. Emploi des physiciens médicaux au Canada**

Historiquement, 75 à 85 % des physiciens médicaux du Canada ont travaillé dans les centres de traitement du cancer, les hôpitaux et les établissements de recherche en milieu hospitalier. Le reste est réparti à peu près également entre la fonction publique, le secteur privé et les corps enseignants universitaires à l'extérieur des hôpitaux. La physique médicale est un domaine diversifié, mais la plupart des physiciens médicaux du Canada travaillent en service clinique dans l'un des quelque 40 centres de radiothérapie du pays.

### **III. FORMATION DES PHYSICIENS MÉDICAUX**

La quasi-totalité des physiciens médicaux du Canada détient un diplôme d'études supérieures en physique médicale, en physique ou dans un domaine connexe, et la majorité détient un doctorat. La surspécialité de la radio-oncologie exige en théorie une période additionnelle de deux ans de résidence clinique ou de formation en cours d'emploi. Dans certaines provinces, la fin de ces résidences se conclut par un examen officiel et un examen oral. Après deux ans d'expérience clinique et à la réussite d'un examen écrit et oral, un physicien médical peut demander l'adhésion au CCPM. Le mandat principal du CCPM est de certifier la compétence des membres du Collège à exercer la physique médicale.

Les physiciens médicaux certifiés doivent participer à des programmes de formation continue et démontrer le maintien continu de leur compétence tous les cinq ans par l'entremise du processus de renouvellement de la certification du CCPM. Un système de points basé sur les cours réussis, la participation à des congrès et à des activités de recherche et d'enseignement et l'apprentissage des techniques cliniques assure que les physiciens médicaux certifiés demeurent au fait de l'évolution rapide de la profession.

Dans la profession de la physique médicale, le processus reconnu de certification des diplômés en physique médicale et des participants aux programmes de résidence s'accomplit par l'entremise d'une vérification de programme de la Commission on Accreditation of Medical Physics Education Programs (CAMPEP; [www.campep.org](http://www.campep.org)). L'OCPM est un organisme commanditaire officiel de la CAMPEP avec l'American Association of Physicists in Medicine, l'American College of Medical Physics et l'American College of Radiology. Le conseil d'administration de la CAMPEP compte deux membres de l'OCPM.

### **IV. PHYSICIEN MÉDICAL QUALIFIÉ**

Aux fins de la prestation des services cliniques professionnels, l'OCPM définit le physicien médical qualifié comme une personne apte à fournir en autonomie des services cliniques professionnels dans l'une ou plus des surspécialités de la physique médicale. Les surspécialités de la physique médicale sont les suivantes :

1. Physique de la radio-oncologie
2. Physique de la médecine nucléaire
3. Physique de la radiologie diagnostique
4. Imagerie par résonance magnétique

et le champ de pratique de chacune des surspécialités est décrit à la section V, point J : *Expertise particulière de la surspécialité*. Pour en savoir plus, voir le document *Physicien médical qualifié* affiché sur le site Web de l'OCPM.

## **V. TÂCHES ET RESPONSABILITÉS DES PHYSICIENS MÉDICAUX**

Les tâches et les responsabilités exactes du physicien médical dépendent en grande partie de sa surspécialité; elles sont cependant axées en général sur la physique et l'instrumentation liées au diagnostic et au traitement. Les physiciens médicaux mettent à profit leur connaissance approfondie de l'application des principes fondamentaux de la physique médicale à la médecine pour créer des protocoles d'optimisation de la qualité des soins et de l'efficacité opérationnelle. Quand la prestation des soins optimaux devient difficile, par exemple à cause de la complexité d'un cas, d'une défectuosité ou d'une panne d'équipement, de problèmes informatiques, d'irrégularités en ce qui a trait aux logiciels, ou d'erreurs humaines, les physiciens médicaux peuvent utiliser leur expertise et leurs capacités de résolution de problèmes pour rectifier la situation. Le domaine de la physique médicale est en constante évolution et les secteurs d'expertise particuliers vont évoluer au rythme des nouveaux développements des sciences fondamentales et de la technologie. À l'heure actuelle, les physiciens médicaux ont en général de l'expertise au moins dans les domaines qui suivent :

### **A. Sélection de l'équipement**

Le physicien médical doit être au fait des derniers développements des dispositifs médicaux et de l'équipement connexe utilisés dans sa surspécialité, il doit fournir une évaluation critique des allégations des fabricants, recommander la sélection du meilleur équipement pour répondre aux exigences des programmes avec les ressources disponibles, négocier les modalités techniques avec les fabricants et préciser les critères de performance de l'équipement dans les documents d'achat.

### **B. Conception des installations et blindage**

Les appareils modernes dont les physiciens médicaux sont responsables ont une infrastructure complexe et des exigences de sécurité pointues. Quand il choisit l'emplacement des nouveaux appareils, le physicien médical doit s'assurer d'y disposer des aménagements appropriés pour l'alimentation électrique, la ventilation, la régulation de la climatisation, la surveillance des émissions, le blindage qui assure le bon fonctionnement de l'équipement et la protection du personnel et du public, les dispositifs de verrouillage, la surveillance audio et vidéo du patient, et les autres mesures de sécurité pour protéger quiconque pour qui les appareils peuvent présenter un risque. Lorsqu'il y a lieu, le design doit être soumis aux autorités compétentes pour approbation, incluant les résultats de toutes les mesures détaillées pertinentes exécutées par les physiciens médicaux pour attester de la conformité du design et de la construction finale.

### **C. Essais d'acceptation**

Après l'installation de l'équipement nouveau ou les mises à niveau de l'équipement existant, le physicien médical a la responsabilité d'exécuter une série de tests et de mesures pour s'assurer que la performance de l'équipement est conforme aux exigences d'achat.

### **D. Mise en service**

Les physiciens médicaux prennent des séries détaillées de mesures pour caractériser complètement le fonctionnement de l'équipement médical. Les données mesurées sont traitées et compilées dans un format approprié pour faciliter l'utilisation clinique de routine de l'équipement.

### **E. Systèmes informatiques et réseautage**

L'équipement thérapeutique et d'imagerie moderne dont les physiciens médicaux sont responsables dépend souvent du transfert de grandes quantités d'information entre une série de

logiciels commerciaux exploités sur une gamme de plateformes matérielles, comme des systèmes d'archivage et de transmission d'images (PACS—Picture Archiving and Communications System), des systèmes d'information, des systèmes de contrôle et d'enregistrement et des logiciels personnalisés réalisés à l'interne par les physiciens médicaux et les programmeurs. Les physiciens médicaux, qui travaillent souvent avec le personnel de soutien des systèmes d'information, peuvent être les administrateurs de ces systèmes; ils assurent pour ce faire le transfert exact des données entre les plateformes et le fonctionnement précis des appareils d'imagerie et de traitement sous contrôle programmé.

#### **F. Assurance de la qualité**

Les physiciens médicaux établissent et maintiennent des programmes exhaustifs continus d'assurance de la qualité sur tous les aspects de la performance des appareils médicaux. Ils font régulièrement des examens d'assurance de la qualité de l'équipement et des systèmes de mesure pour assurer que l'usage auquel ils sont destinés est sûr, approprié et optimal pour le patient.

#### **G. Sécurité**

Le physicien médical doit assurer la sécurité du personnel, des patients et du public en ce qui a trait aux émissions de l'équipement d'imagerie ou de radiothérapie. S'il est vrai, comme il est énoncé à la section II.B, que les physiciens médicaux certifiés sont reconnus comme particulièrement aptes à être responsables de la radioprotection de leurs installations, c'est surtout dans les établissements de radiothérapie qu'ils occupent ces fonctions. Même quand le physicien médical n'est pas le responsable désigné de la radioprotection, il contribue largement à tous les programmes de radioprotection, en ce qui concerne notamment les demandes d'obtention et le contrôle de toutes les licences des installations qui abritent des appareils ou du matériel émettant des rayonnements, l'établissement et la supervision du programme de dosimétrie du personnel, la surveillance des niveaux de rayonnement au moyen de contrôles et d'épreuves de contamination par frottis, la conception des installations, y compris le blindage et l'entreposage des radionucléides, la formation en radioprotection du personnel, le confinement et l'inventaire des matières radioactives, l'acquisition et l'élimination des sources de rayonnement, et aussi l'évaluation de tous les incidents radiologiques et la communication pertinente avec les autorités compétentes. Les physiciens médicaux jouent un rôle central pour assurer la conformité de tous les aspects des licences.

Dans un rôle analogue à celui de responsable de la radioprotection, le physicien médical spécialisé en imagerie par résonance magnétique (IRM) travaille avec les technologues et les radiologistes pour établir les politiques et les procédures d'examen sécuritaire des patients. Les examens d'IRM ne sont pas sécuritaires pour certains patients qui portent un appareil médical implanté, comme un stimulateur cardiaque; pour certains autres patients, de tels examens sont sécuritaires seulement dans certaines conditions. Le physicien médical détermine, à la lumière des spécifications techniques du scanner d'IRM, de ses discussions avec les fabricants de l'équipement et de l'examen de la documentation accessible, si l'interaction entre le scanner d'IRM et l'appareil médical implanté crée un risque inacceptable pour le patient.

#### **H. Développement technique**

Les méthodes cliniques que les physiciens médicaux soutiennent sont en évolution constante et les nouvelles capacités techniques connexes exigent une meilleure compréhension de la physique et de la biologie pertinentes au diagnostic et au traitement de la maladie. Le développement, l'évaluation et la mise en œuvre clinique des nouvelles techniques sont des aspects du travail permanent des physiciens médicaux.

#### **I. Enseignement et recherche**

Les physiciens médicaux enseignent habituellement aux étudiants du premier cycle et aux étudiants diplômés en physique et en physique médicale. Ils enseignent aussi aux résidents en radiologie, en médecine nucléaire et en radio-oncologie, et aux technologues en radiologie, en médecine nucléaire et en radiothérapie. De nombreux physiciens médicaux ont des nominations

professorales universitaires, sont bénéficiaires de bourses de recherche, supervisent des étudiants diplômés, présentent des résultats de recherche à des congrès scientifiques ou médicaux, ou publient dans des revues scientifiques à comité de lecture, ou tout cela.

## **J. Expertise particulière de la surspécialité**

Outre l'expertise décrite ci-dessus, les quatre surspécialités de la physique médicale comportent d'autres responsabilités explicites.

### ***1. Radio-oncologie***

Le travail des physiciens médicaux spécialisés en radio-oncologie s'articule autour des processus de préparation et d'administration de la radiothérapie, y compris l'imagerie médicale, la planification du traitement, le calcul de dose, l'immobilisation du patient, les mécanismes de fonctionnement des appareils de traitement, les interactions des rayonnements avec la matière, et la réponse biologique des cellules et des tissus au rayonnement ionisant. La radiothérapie moderne est si complexe que le processus doit être surveillé par des professionnels qui comprennent autant l'ensemble des opérations que tous leurs détails techniques. Les physiciens médicaux, dont la formation est axée sur la compréhension essentielle des sciences fondamentales et la résolution de problème, sont idéalement aptes à exercer ce rôle. Les physiciens médicaux spécialisés en radio-oncologie sont habituellement considérés comme les personnes ressources qui font autorité en ce qui concerne les aspects techniques et scientifiques au sein d'un programme de radiothérapie.

#### ***a) Système de planification du traitement***

On utilise des systèmes informatiques sophistiqués pour modéliser l'administration de la radiothérapie de manière à prédire la dose exacte à administrer au cours du traitement et à optimiser le traitement planifié. Le physicien médical doit comprendre les algorithmes utilisés par les systèmes de planification, investiguer et documenter leurs capacités et leurs limites, entrer les données valides dans les logiciels, vérifier l'exactitude des calculs, former et superviser le personnel technique qui utilise les systèmes de planification du traitement, exécuter les fonctions d'administration des systèmes, et intégrer les systèmes de planification informatisés aux autres systèmes informatisés utilisés en radiothérapie, comme les systèmes d'imagerie et d'enregistrement et de vérification du traitement.

#### ***b) Imagerie***

La radiothérapie dépend de plus en plus de l'information d'imagerie médicale pour diagnostiquer le cancer, en déterminer le stade et en planifier le traitement par rayonnement. On utilise sur une base régulière la tomодensitométrie (TDM), l'imagerie par résonance magnétique (IRM), la fluoroscopie, les films radiographiques numérisés et la radiographie numérique, la médecine nucléaire, l'angiographe à soustracteur numérique, la tomographie d'émission monophotonique (TEMP), la tomographie par émission de positrons (TEP) et d'autres méthodes d'imagerie. Les physiciens médicaux ont l'expertise spécifique en physique et en technologie de ces techniques d'imagerie et en assurent l'utilisation optimale et appropriée en radiothérapie.

#### ***c) Dosimétrie absolue***

Les physiciens médicaux qui utilisent de l'équipement de mesure précis dont l'étalonnage peut être rapporté aux normes nationales et internationales de mesurage exécutent l'étalonnage des appareils de radiothérapie et des sources de rayonnement. Ils sont des experts de la quantification du rayonnement ionisant et connaissent les protocoles de mesure les plus récents recommandés par les laboratoires d'étalonnage reconnus et les organismes de physique médicale nationaux.

#### ***d) Planification du traitement***

Les physiciens médicaux surveillent les aspects techniques de la planification du traitement. Les radio-oncologues, les planificateurs de traitement et les radiothérapeutes les consultent régulièrement en ce qui a trait aux stratégies de traitement et à leurs détails. Le traitement des cas

complexes ou inhabituels est souvent planifié directement par le physicien médical, qui doit maintenir un niveau d'examen approprié des plans pour s'assurer qu'ils demeurent optimaux.

#### *e) Radiobiologie*

Les modèles qui décrivent la réponse des tumeurs et des tissus normaux à la radiothérapie incluent des modèles mathématiques avancés que comprennent et qu'interprètent le mieux les physiciens médicaux formés sur les effets biologiques du rayonnement et sur la modélisation statistique et mathématique. Les physiciens médicaux peuvent être appelés par exemple à faire des calculs basés sur ces modèles pour estimer l'équivalence de dose de différents programmes de fractionnement de radiothérapie ou la stratégie optimale de compensation des interruptions de l'administration du traitement de radiothérapie.

## **2. Radiologie diagnostique**

Le travail des physiciens médicaux en radiologie diagnostique s'articule autour de l'optimisation de l'utilisation et de la fonctionnalité des appareils d'imagerie diagnostique. Il s'agit notamment de systèmes de radiographie conventionnels et d'appareils de fluoroscopie, de mammographie, de tomodensitométrie et d'échographie. L'objectif est de maximiser l'information clinique pertinente en réduisant au maximum le risque en particulier de cette exposition au rayonnement pour les patients, le personnel et le public. Les physiciens médicaux en radiologie diagnostique sont souvent les personnes ressources qui font autorité en ce qui concerne les aspects techniques et scientifiques au sein d'un département de radiothérapie qui utilise de tels appareils.

#### *a) Certification de l'équipement*

Les appareils de radiologie peuvent être certifiés par un organisme indépendant. C'est particulièrement vrai pour le domaine de la mammographie, où un physicien médical doit évaluer la performance des appareils sur une base annuelle. Les physiciens médicaux qui contrôlent les systèmes de mammographie doivent posséder la certification spéciale en physique de la mammographie du CCPM.

#### *b) Achat de l'équipement*

Les hôpitaux ont beaucoup d'appareils d'imagerie qui doivent être remplacés régulièrement. Le physicien médical est étroitement associé à la sélection des appareils et doit être capable de faire une comparaison quantitative des spécifications techniques fournies par chaque fournisseur. Pour faciliter la comparaison, il prépare un questionnaire technique détaillé que chaque fournisseur doit remplir. Le physicien médical doit ensuite examiner les réponses et la documentation connexe fournie pour quantifier chacune des réponses et recommander le scanner à acheter.

#### *c) Essais d'acceptation*

Le physicien médical assiste souvent à l'installation des nouveaux appareils d'imagerie. Il doit ensuite vérifier l'appareil pour s'assurer que toutes les spécifications sont respectées et que l'appareil peut être utilisé en toute sécurité.

#### *d) Essais périodiques*

Le rendement est contrôlé sur une base régulière avec des fantômes pour s'assurer qu'il n'y a pas de dégradation. Le physicien médical fait des tests annuels. Les tests d'assurance de la qualité exécutés plus fréquemment sont habituellement faits par des techniciens guidés par un physicien médical. Les physiciens médicaux créent des fantômes et des outils d'analyse d'images pour ces tests.

#### *e) Sécurité*

La sécurité a trait notamment à l'estimation des doses et à la radioprotection, par exemple en qui concerne les calculs de blindage, l'optimisation du rendement de l'acquisition de l'image et la

nécessité d'équilibrer les objectifs concurrents qui consistent à obtenir la meilleure qualité d'image possible en administrant la dose la plus légère possible au patient.

### **3. Médecine nucléaire**

Les physiciens médicaux spécialisés en médecine nucléaire se préoccupent principalement de l'utilisation des radionucléides non scellés pour le diagnostic et, dans une moindre mesure, des applications thérapeutiques. De nombreuses responsabilités du physicien médical spécialisé en médecine nucléaire reflètent celles du physicien médical spécialisé en radiologie diagnostique, notamment l'achat des appareils, les essais d'acceptation et de routine, la radioprotection, la dosimétrie, l'enseignement, la recherche et le développement.

#### *a) Sources radioactives*

En médecine nucléaire, c'est le patient ou un échantillon du patient qui émet le rayonnement, qui est principalement composé de photons gamma. Le physicien médical a la responsabilité d'assurer que les détecteurs utilisés pour mesurer la dose de rayonnement administrée au patient et les scanners utilisés pour détecter les émissions du patient ou de l'échantillon fonctionnent comme prévu. Les physiciens médicaux spécialisés en médecine nucléaire ont la compétence pour manipuler les matières radioactives en formats convenables pour tester les appareils. Ils connaissent aussi les incidences en matière de radioprotection.

#### *b) Recherche et développement*

En raison de leur connaissance approfondie des propriétés de rayonnement et du processus de détection des rayonnements, les physiciens médicaux spécialisés en médecine nucléaire participent souvent au développement des nouvelles techniques d'imagerie et à l'optimisation de celles qui existent déjà. Ils dirigent aussi la mise en œuvre des techniques en s'appuyant sur la documentation pour les appliquer aux besoins particuliers de leur département, et ils formulent les méthodes de transformation des données en images ou en information utiles. Ils ont donc souvent de l'expérience de la programmation et du développement de logiciels.

#### *c) Sécurité*

Le physicien médical est étroitement associé au responsable de la radioprotection et fournit de l'orientation en ce qui concerne les techniques de radioprotection du patient et du personnel, les calculs de dose, les exigences de blindage, les questions environnementales et les questions liées aux lois et aux règlements.

#### *d) Radiothérapie*

L'utilisation des radionucléides pour la radiothérapie est soutenue par un physicien spécialisé en médecine nucléaire ou en radio-oncologie. Dans un cas comme dans l'autre, le physicien médical peut devoir calculer ou contrôler la dose du patient, s'assurer que les appareils utilisés fonctionnent et sont étalonnés convenablement, et donner des conseils sur la radioprotection du patient, de sa famille, du public et du personnel après une administration thérapeutique.

#### *e) Autres domaines*

La TEMP et la TEP dépendent de la détection des photons de haute énergie; elles sont donc souvent la responsabilité d'un physicien spécialisé en médecine nucléaire ou d'un physicien médical spécialisé en TEMP et en TEP. Le rôle du physicien médical à cet effet est presque identique à celui du physicien médical spécialisé en médecine nucléaire générale. L'analyse de la densité osseuse peut aussi être effectuée dans les centres de médecine nucléaire, donc avec un soutien en matière de physique, y compris des conseils sur l'achat et les essais des appareils et le dépannage en cas de problèmes des appareils et des logiciels.

#### **4. Imagerie par résonance magnétique**

Comme les principes de base de l'IRM comportent aussi des concepts physiques complexes, la connaissance exhaustive de nombreux aspects de la physique supérieure est nécessaire pour comprendre la technologie. Le physicien médical spécialisé en imagerie par résonance magnétique (IRM) occupe donc un rôle important au sein de l'équipe médicale à titre de personne-ressource. Ses responsabilités en ce qui concerne l'achat, les essais d'acceptation et l'assurance de la qualité reflètent celles du physicien médical spécialisé en radiologie diagnostique, mais les siennes sont appliquées aux considérations techniques de l'IRM. Le physicien médical spécialisé en IRM applique aussi son expertise particulière à l'optimisation et à l'amélioration des techniques d'acquisition et d'analyse de l'IRM.

##### *a) Développement des séquences d'impulsion*

L'IRM est une technique d'imagerie très polyvalente qui comporte de nombreuses procédures possibles d'acquisition ou de « séquences d'impulsion », qui fournissent toutes des avantages particuliers. L'expertise du physicien médical spécialisé en IRM est requise pour le développement, l'évaluation et l'optimisation de ces séquences d'impulsion extrêmement complexes pour optimiser le contraste de l'image de manière à obtenir les meilleures caractéristiques biologiques d'intérêt pour le diagnostic, la qualité de l'image et le temps d'acquisition.

##### *b) Spectroscopie*

La spectroscopie par résonance magnétique (SRM) fait appel aux principes de l'IRM pour acquérir l'information sur la composition chimique des tissus sous la forme de spectre. Le physicien médical spécialisé en IRM joue un rôle important dans le développement des procédures d'acquisition et d'analyse pour la SRM et peut être consulté sur l'interprétation du spectre.

##### *c) Champs magnétiques en imagerie*

La tendance est à l'utilisation de champs magnétiques plus intenses en IRM puisqu'un rapport signal sur bruit plus élevé et une meilleure qualité d'image sont inhérents à ces systèmes qui présentent un champ magnétique plus intense. Mais l'utilisation de champs magnétiques plus intenses signifie des problèmes de technologie et de sécurité. Les physiciens médicaux spécialisés en IRM ont l'expertise pour participer au développement de scanners d'IRM à champ magnétique intense pour profiter de l'acquisition plus rapide d'une image de meilleure qualité et pour évaluer les paramètres de sécurité de ces scanners à champ magnétique plus intense.

##### *d) Procédures interventionnelles*

L'IRM peut être utilisée pour certaines procédures interventionnelles. Les physiciens médicaux spécialisés en IRM ont l'expertise nécessaire pour développer les procédures spécialisées requises pour que les procédures interventionnelles en IRM soient faisables et sûres.

##### *e) Procédures d'imagerie avancées*

La complexité de certaines procédures avancées comme l'IRM fonctionnelle, la SRM, ou les études de renforcement du contraste dynamique exige souvent la présence d'un physicien spécialisé en IRM au sein de l'équipe médicale.

#### **VI. RESPONSABILITÉ DES PHYSICIENS MÉDICAUX**

La responsabilité principale du physicien médical est envers le patient, pour lui assurer la meilleure procédure et le meilleur résultat avec la technologie, les ressources et l'expertise à la disposition de l'équipe médicale. Seul un médecin expérimenté avec la formation convenable peut prescrire des doses thérapeutiques de rayonnement ionisant, de manière interne ou externe. Le physicien médical doit s'assurer que l'administration de la radiothérapie est exécutée de manière précise, sûre et efficace. De même, les procédures de diagnostic peuvent être exécutées seulement lorsqu'elles sont prescrites par un médecin expérimenté avec la formation convenable. Peu

importe la modalité, le rôle du physicien médical est de s'assurer que la procédure de diagnostic est exécutée de manière sûre et optimale.

Dans l'exercice de leurs responsabilités, les physiciens médicaux sont responsables envers le patient, le médecin qui a demandé la procédure, les autres membres de l'équipe clinique, le public et tous les organismes de réglementation, comme la Commission canadienne de sûreté nucléaire, qui ont le mandat législatif de protéger le public et l'environnement des effets potentiellement nuisibles des émissions de l'équipement clinique. De plus, un physicien médical certifié est responsable envers le CCPM, dont les règlements incluent un mécanisme de révocation de l'adhésion au Collège pour défaut de se conformer au Code d'éthique de l'OCPM et du CCPM.

## **VII. ENGAGEMENT D'ASSURANCE DE LA QUALITÉ**

L'assurance de la qualité est extrêmement importante dans le fonctionnement et l'utilisation clinique des appareils d'imagerie et de thérapie dont les physiciens médicaux sont responsables. Seul un programme régulier et exhaustif de séries détaillées de mesure physiques peut garantir que la radiothérapie est réellement administrée comme elle a été prescrite, ou que l'image de la meilleure qualité possible est obtenue avec le moins d'effet possible sur le patient. Les physiciens médicaux ont la responsabilité de développer, d'entreprendre et de maintenir les programmes d'assurance de la qualité pour assurer que les procédures cliniques pertinentes sont exécutées de manière sûre et efficace. Les physiciens médicaux ont défini les critères de ces programmes d'assurance de la qualité par l'entremise d'organismes comme l'Organisation canadienne des physiciens médicaux, l'American Association of Physicists in Medicine, la Commission canadienne de sûreté nucléaire, l'Association canadienne des agences provinciales du cancer, ou même d'entités provinciales comme l'Ontario Healing Arts Radiation Protection Commission. Les physiciens médicaux doivent connaître et comprendre les exigences et la raison d'être des programmes d'assurance de la qualité recommandés ou prescrits par ces organismes, les mettre en œuvre et les maintenir pour assurer la capacité fonctionnelle optimale des appareils qui assure la sécurité du patient, du personnel et du public.

## **VIII. LES PHYSICIENS MÉDICAUX ET L'ATTÉNUATION DU RISQUE POTENTIEL**

Les risques potentiels pour la santé de l'exposition aux émissions associées à l'imagerie et à la thérapie ont été en grande partie abondamment documentés. Le rayonnement ionisant est particulièrement bien reconnu à cause des dommages aux tissus, de la carcinogenèse et de la mutagenèse associés à son utilisation. Les avantages attendus de l'utilisation de telles émissions doivent être plus importants que le risque potentiel pour le patient, et ce sont le physicien médical et le médecin responsable de la procédure qui doivent s'assurer conjointement que le rapport avantages/risques estimé est suffisamment convenable pour justifier la procédure. De plus, l'utilisation du rayonnement ionisant pose des risques spécifiques pour le personnel des établissements de santé et le public. Les physiciens médicaux sont formés et certifiés spécifiquement en radioprotection et sont responsables de l'administration d'un programme de radioprotection. Dans les cas d'utilisation de radionucléides ou de photons de haute énergie à des fins thérapeutiques, ce programme est prescrit par la Commission canadienne de sûreté nucléaire, et il inclut la conception et le contrôle du blindage des installations, la surveillance des doses individuelles absorbées par le personnel, l'exécution des épreuves de contamination par frottis et le contrôle des stocks de sources radioactives, sans oublier la formation du personnel.

Les ultrasons et l'IRM n'utilisent pas le rayonnement ionisant et imposent par conséquent des risques différents comme le réchauffement du patient, de la cavitation, ou les dangers physiques associés aux champs magnétiques de haute intensité. Les systèmes électriques à voltage élevé, le mouvement automatique des appareils et l'exposition possible aux matières dangereuses posent d'autres risques potentiels pour le patient et le personnel. Le physicien médical doit s'assurer que ces risques sont évalués et gérés de manière appropriée, ce qui peut exiger de consulter d'autres professionnels qualifiés, et il doit veiller à ce qu'il y ait des programmes d'assurance de la qualité en place pour assurer que les appareils fonctionnent de manière précise et sûre.

Le physicien médical spécialisé en IRM est particulièrement responsable du choix de l'emplacement et de l'utilisation sécuritaire du scanner d'IRM. Il doit s'assurer que les dispositifs de surveillance du scanner fonctionnent convenablement pour garantir la sécurité du patient. Le physicien médical spécialisé en IRM doit également s'assurer de la mise en place de politiques et de procédures efficaces pour que seules les personnes autorisées et formées convenablement aient accès à l'aimant de l'IRM. L'aménagement de la salle d'IRM doit être conforme aux directives reconnues pour empêcher l'accès non autorisé à la salle de l'aimant. Le physicien médical doit, en conjonction avec les autres membres de l'équipe médicale, établir des procédures de dépistage efficaces pour assurer que les patients qui portent un appareil médical implanté, comme un stimulateur cardiaque, ou qui présentent d'autres contre-indications sont identifiés et que les mesures appropriées sont prises pour régler la situation.

## **IX. LA SCIENCE DE LA PHYSIQUE MÉDICALE**

Les physiciens médicaux sont diplômés d'études supérieures d'universités agréées et sont formés en méthodologie de la recherche scientifique. Le niveau de savoir atteint par l'évolution du domaine de la physique médicale en un siècle de recherche scientifique et de développement permet d'administrer la radiothérapie avec une précision impressionnante, et il a facilité le progrès incroyablement rapide des capacités cliniques de l'imagerie diagnostique. La physique médicale a contribué à maintenir l'imagerie diagnostique et la radio-oncologie sur la base de principes scientifiques solides qui reposent sur des preuves concrètes grâce à sa culture de recherche solidement fondée, d'attention méticuleuse portée aux détails, de communication ouverte des résultats de recherche dans les congrès scientifiques et dans les revues à comité de lecture, et de participation active aux associations nationales et internationales.

Les progrès dans le domaine de la physique médicale paraissent dans des revues scientifiques à comité de lecture comme *Medical Physics*, *Physics in Medicine and Biology* (les publications scientifiques officielles de l'OCPM), et le *Journal of Applied Clinical Medical Physics* (la publication scientifique officielle de l'American College of Medical Physics). Les physiciens médicaux contribuent aussi à des publications spécifiques à leur surspécialité, comme l'*International Journal of Radiation Oncology, Biology and Physics* (la publication scientifique officielle de l'American Society of Therapeutic Radiation Oncology (ASTRO)), et *Magnetic Resonance in Medicine* (la publication scientifique officielle de l'International Society for Magnetic Resonance in Medicine (ISMRM)). L'OCPM publie son bulletin trimestriel *Interactions* (ISSN 1488-6839), conçu à l'intention de la communauté canadienne de la physique médicale. Ces publications, accompagnées de la participation à des congrès comme les rencontres scientifiques annuelles de l'OCPM, de l'AAPM, de l'ASTRO et de l'ISMRM, sans oublier les rencontres régionales, sont les principaux forums de communication des résultats de recherche, des développements et des nouvelles pratiques du domaine de la physique médicale.

## **X. LE MILIEU DE TRAVAIL ET LA CULTURE DES PHYSICIENS MÉDICAUX**

Les grands hôpitaux canadiens emploient habituellement un seul physicien médical spécialisé en imagerie dans leurs départements de radiologie ou de médecine nucléaire. La majorité des physiciens médicaux spécialisés en thérapie sont employés dans les centres de radiothérapie à l'intention des patients externes. Dans la plupart des provinces, ces centres font partie d'une agence provinciale du cancer et sont rattachés à un hôpital hôte qui est habituellement un hôpital d'enseignement de soins tertiaires. Les départements de physique médicale de ces centres comprennent au moins un physicien médical, mais leur nombre varie plus généralement entre cinq et dix, et certains grands centres en emploient encore plus. De plus, les physiciens médicaux travaillent habituellement en compagnie d'un effectif complémentaire de planificateurs de traitement, de technologues en électronique, d'assistants de recherche en physique, de technologues en mécanique, de personnel de soutien informatique, de personnel administratif, d'étudiants et de boursiers postdoctoraux.

Les physiciens médicaux soutiennent le programme clinique auquel ils participent en assumant la responsabilité générale des aspects techniques de l'acquisition ou du traitement des images, ou les deux. Puisque le développement et la mise en oeuvre des nouvelles techniques sont des

aspects importants du rôle des physiciens médicaux, ils participent pour la plupart à des programmes de recherche ou de développement, ou les deux. Les physiciens médicaux ont habituellement une nomination professorale universitaire, soit à la faculté de médecine, reflétant leur rôle d'enseignement aux résidents en médecine, ou dans un département de physique, reflétant leur participation à l'enseignement au premier cycle et aux études supérieures, et à la supervision d'étudiants diplômés en physique médicale, ou tout cela. D'autres tâches universitaires peuvent inclure l'enseignement aux étudiants en technologie des rayonnements, la supervision des étudiants des programmes d'été et des programmes coopératifs, l'enseignement aux résidents en médecine et en physique médicale, et la formation au travail des autres membres de l'équipe clinique. L'ampleur du volet universitaire du rôle d'un physicien médical varie selon les institutions, mais ce rôle est fortement encouragé par l'entremise du processus de renouvellement de la certification du CCPM, qui attribue des points aux physiciens médicaux auteurs d'articles dans les revues à comité de lecture, qui donnent des cours et qui participent à des congrès. La participation aux congrès scientifiques est largement reconnue comme une méthode essentielle pour communiquer les résultats de recherche et demeurer au courant de l'évolution du domaine.

Les physiciens médicaux travaillent dans un environnement fondé sur le savoir au sein d'une équipe qui a pour objectif de fournir des soins d'excellence aux patients. En raison de leur évolution rapide et de leur caractère de technologie de pointe, la radiothérapie et l'imagerie diagnostique nécessitent d'intégrer les connaissances de domaines aussi diversifiés que la médecine, la physiologie, l'anatomie, la physique des rayonnements, la physique de l'IRM, les soins aux patients, les mathématiques, les statistiques, l'électronique, la programmation par ordinateur, le réseautage, la mécanique, la radiobiologie et la radioprotection.

## **XI. LA RESPONSABILITÉ LÉGALE ET L'ASSURANCE EN PHYSIQUE MÉDICALE**

La radiothérapie et l'imagerie diagnostique modernes sont si complexes que l'assurance rigoureuse de la qualité et les multiples contrôles indépendants ne suffisent pas toujours à prévenir l'administration inappropriée de la radiothérapie ou l'acquisition et l'analyse d'images sous-optimales qui compromettent gravement l'intention clinique. Si une erreur se produit en assumant la responsabilité de la précision de la dose de rayonnement administrée ou, dans une moindre mesure, de l'image acquise, les physiciens médicaux se placent en position de responsabilité potentielle. À titre d'employé d'un établissement de santé, le physicien médical qui agit dans l'intérêt de son employeur dans le cadre de ses fonctions s'attend raisonnablement d'être déchargé de toute responsabilité par son employeur. Chaque personne devrait toutefois établir sa propre situation avec son employeur. Il est recommandé à tout physicien médical qui agit à titre de consultant privé ou qui est travailleur indépendant d'avoir une assurance responsabilité pour se protéger advenant une situation peu probable où une erreur entraînerait une poursuite à son endroit.

## **XII. RÉGLEMENTATION DES PHYSICIENS MÉDICAUX**

À l'heure actuelle, la profession de la physique médicale est en grande partie non réglementée au Canada, et peu de lois fédérales ou provinciales définissent le terme « physicien médical » ou en restreignent l'utilisation aux personnes qui ont des qualifications spécifiques. Le paysage est toutefois en train de se transformer à la lumière de la réussite de différentes provinces à établir des associations professionnelles et à créer plus d'organes de reconnaissance conformément aux documents de réglementation. Par exemple, les physiciens médicaux certifiés par le CCPM sont reconnus en vertu du Code de sécurité 35 de Santé Canada et par la Commission canadienne de sûreté nucléaire concernant les responsables de la radioprotection des installations de classe II. Les physiciens médicaux certifiés en physique de la mammographie par le CCPM sont reconnus en vertu des directives de Santé Canada en matière de mammographie. Même entravés par le simple fait que le nombre de physiciens médicaux qui font de la pratique clinique au Canada est relativement peu élevé, les efforts se poursuivent de la part de la communauté canadienne de la physique médicale pour instaurer la reconnaissance des physiciens médicaux dans les lois provinciales sur les professions de la santé réglementées. Il importe de savoir qu'un certain nombre d'autorités de l'extérieur du Canada ont reconnu que la certification canadienne est suffisante et

appropriée pour exercer la physique médicale, et que des efforts concertés sont en cours à l'intérieur des provinces pour instaurer ce type de reconnaissances.