



**LIVRE BLANC
DE LA RADIOTHÉRAPIE**

10

priorités
pour un pilier de
l'oncologie moderne

Coordination finale

Pr Olivier CHAPET, oncologue
radiothérapeute, Président de la SFRO

Pr Philippe GIRAUD, oncologue
radiothérapeute, ancien Président de la SFRO

Dr Fabrice LORCHEL, oncologue
radiothérapeute, Président du SNRO

Pr Véronique VENDRELY, oncologue
radiothérapeute, past-Présidente de la SFRO

Contributeurs

Pr David Azria, oncologue radiothérapeute
(Montpellier)

Mme Emilie Bayart, chef de projet SFRO
(Paris)

Mr Axel Béasse, cadre formateur (Corbeil-Essones)

Pr Yazid Belkacemi, oncologue
radiothérapeute (Créteil)

Mr Dylan Berjon, dosimétriste (Colmar)

Mme Sophie Boisbouvier,
manipulatrice d'électroradiologie médicale,
cadre de recherche en soins (Lyon)

Pr Céline Bourgier, oncologue
radiothérapeute (Montpellier)

Mr Gianfranco Brusadin, responsable
qualité/sécurité (Villejuif)

Dr Isabelle Buchheit, physicienne
médicale (Vandœuvre-lès-Nancy)

Dr Mathilde Cervellera, oncologue
radiothérapeute (Lyon)

Pr Olivier Chapet, oncologue
radiothérapeute (Lyon)

Mme Véronique Cheval, cadre de
Santé (Lille)

Mr Simon Corbin, cadre coordonnateur
de soins (Villejuif)

Mr Aurélien De Oliveira, manipulateur
d'électroradiologie médicale, cadre de
département (Paris)

Mr Gregory Delpon, physicien médical
(Nantes)

Dr Angélique Ducteil, oncologue
radiothérapeute (Bayonne)

Dr Jean-Christophe Faivre,
oncologue radiothérapeute (Vandœuvre-lès-
Nancy)

Dr Marjorie Ferre, physicienne médicale
(Marseille)

Pr Philippe Giraud, oncologue
radiothérapeute (Paris)

Mme Hélène Hance, manipulatrice
d'électroradiologie médicale, cadre
responsable qualité (Dijon)

Pr Christophe Hennequin, oncologue
radiothérapeute (Paris)

Pr Florence Huguet, oncologue
radiothérapeute (Paris)

Mme Caroline Lafond, physicienne
médicale (Rennes)

Dr Igor Latorzeff Igor, oncologue
radiothérapeute (Toulouse)

Dr Thomas Leroy, oncologue
radiothérapeute (Valenciennes)

Dr Fabrice Lorchel, oncologue
radiothérapeute (Mâcon)

M. Didier Mayeur, oncologue médical
(Dijon)

Mme Charlotte Meyrieux, qualitiennne
responsable qualité-gestion des risques
(Avignon)

Mme Laure Parent, physicienne
médicale (Toulouse)

Mr Romain Plouze, manipulateur
d'électroradiologie médicale, commission
radiothérapie AFPPE (Férolles-Attilly)

Dr Yoann Pointreau, oncologue
radiothérapeute (Le Mans)

Dr Nicolas Pourel, oncologue
radiothérapeute (Avignon)

Mme Frédérique Recordon,
dosimétriste (Toulouse)

Dr François Rocher, oncologue
radiothérapeute (Chalon/Saône)

Mme Carole Rousse, directrice des
rayonnements ionisants et de la santé, Autorité
de Sûreté Nucléaire et de Radioprotection
(Montrouge)

Dr Florian Scotte, oncologue Médical
(Villejuif)

Mr Luc Simon, physicien médical
(Toulouse)

Mme Catherine Simonin, ligue
Nationale Contre Le Cancer (Paris)

Pr Véronique Vendrely, oncologue
médicale (Bordeaux)

Sous la direction du
Pr Philippe Giraud

La Société Française de Radiothérapie Oncologique (SFRO) souhaite, au travers de ce livre blanc, et à la suite d'une année de travaux impliquant toutes les catégories professionnelles de la discipline, établir un constat sur les atouts et les difficultés de la radiothérapie en France, sur ses perspectives et ses évolutions, et formule dix propositions afin de mieux répondre aux besoins actuels et futurs des patients atteints de cancer, dont deux tiers auront besoin d'une radiothérapie à un moment ou à un autre de leur parcours de soins.

Ce livre blanc s'adresse aux professionnels, aux acteurs institutionnels impliqués dans les décisions concernant l'oncologie radiothérapique, aux patients et à leurs familles afin qu'ils comprennent mieux l'environnement auquel ils sont confrontés, et enfin au grand public et aux médias.

Certains développements techniques, un peu ardus pour des non

professionnels, ont été conservés car indispensables à une compréhension fine des problématiques abordées, expliquant la longueur de ce rapport et de certains chapitres. Cependant une lecture plus rapide est possible au travers du sommaire, de la synthèse et des paragraphes encadrés de chaque chapitre qui résument les points abordés.

Volontairement, les références bibliographiques à l'appui des affirmations présentes dans ce document, ont été réduites au minimum et figurent dans les notes de bas de page.

Pour toute information complémentaire ou réagir à ce livre blanc, contactez la SFRO par courriel sfro@wanadoo.fr



10

Objectifs

pour améliorer un des
traitements majeurs du cancer

Fruit d'un travail collectif impliquant tous les métiers de la radiothérapie, **ce livre blanc s'adresse aux professionnels aux acteurs institutionnels impliqués dans les décisions concernant l'oncologie radiothérapie, aux patients et à leurs familles** afin qu'ils comprennent mieux l'environnement auquel ils sont confrontés, et enfin au grand public et aux médias.

CE LIVRE BLANC VISE À :

- 1. Présenter l'état actuel et les perspectives** de la radiothérapie en France ;
- 2. Proposer des solutions** pour que la qualité et la sécurité des traitements répondent aux exigences qui résultent des progrès de la spécialité, pour le bénéfice des patients ;
- 3. Assurer les évolutions nécessaires** pour que les besoins de la population soient couverts en respectant le principe d'un égal accès aux soins pour tous.





Norbert Ifrah,
Président de l'Institut
National du Cancer

Trois malades atteints de cancer sur cinq sont traités par radiothérapie, élément fort et souvent décisif de la combinaison thérapeutique. Elle va les aider à guérir de plus en plus souvent, avec de moins en moins de séquelles, même si beaucoup de progrès sont à faire encore.

Contrairement à une idée reçue, probablement liée à l'existence de « machines » dont la durée de vie – mais pas de pertinence – est longue, cette discipline se réinvente en permanence. Elle a davantage progressé ces 15 dernières années qu'elle ne l'avait fait depuis longtemps, peut-être même depuis que les accélérateurs linéaires ont remplacé le Cobalt. Intégration en temps réel de l'IRM dans la délivrance des rayons, automatisation du contourage des organes à risque avec l'appui de l'Intelligence Artificielle, Radiothérapie Conformationnelle avec Modulation d'Intensité voire en faisceaux circulaires tournant autour du malade (arc-thérapie), radiothérapie adaptative et ou stéréotaxique, protonthérapie avec sa variante en ions carbone, flash-thérapie, combinaison synergique de la radiothérapie et des immunothérapies n'en sont que des exemples emblématiques. Ils ont été encore enrichis par une redéfinition du nombre de séances nécessaires, laquelle s'est traduite par une réduction drastique. Pour moins de déplacements des malades et pour une meilleure tolérance, au prix d'une précision encore accrue des faisceaux.

Ces progrès considérables au service des malades n'ont été obtenus qu'au prix d'une disponibilité plus grande encore des praticiens, des physiciens, mais surtout et aussi des manipulateurs de radiothérapie. Il faut évidemment saluer tout le travail sous-tendu par ces progrès, mais aussi se souvenir que la roche Tarpéienne est près du Capitole... Les effectifs de professionnels sont clairement très insuffisants par rapport aux besoins, et ils deviennent un facteur limitant voire critique de l'accès aux soins dans un très grand nombre de situations.

C'est particulièrement aigu pour les manipulateurs d'électroradiologie : leur formation initiale ouvre également aux activités de radiologie, métier dont les contraintes notamment horaires sont sans commune mesure...

Qu'il soit permis au président de l'Institut National du Cancer de remercier chaleureusement les acteurs de ce domaine pour les avancées considérables qu'ils ont permises au service des malades, et de redire combien une attention soutenue à leurs effectifs est d'ores et déjà cruciale."



La Société Française de Radiothérapie Oncologique a publié, en collaboration avec le Syndicat National des Radiothérapeutes Oncologues, son premier livre blanc en 1996, six ans après sa fondation, puis le second en 2013. Ces documents présentaient la spécialité et ses nombreux progrès depuis sa naissance à la fin des années 20. Ils insistaient déjà sur la nécessité d'avoir, pour une radiothérapie de qualité et sécurisée, non seulement un nombre suffisant d'appareils modernes, innovants, mais aussi des personnels (médecins, physiciens, manipulateurs) suffisamment nombreux et avec un niveau de formation élevé. Depuis, des progrès techniques importants et rapides ont rendu la radiothérapie encore plus efficace et mieux tolérée.

Ces progrès se doivent d'être largement diffusés sur l'ensemble du territoire, afin que l'ensemble des patients français puissent tous en bénéficier avec une égalité d'accès à des soins de qualité. Cependant, dans un contexte économique très contraint qui ne favorise pas les investissements dans le domaine de la santé, certaines décisions récentes vont particulièrement à l'encontre de la poursuite du développement de la radiothérapie au risque d'entraîner une inégalité d'accès aux soins les plus performants.

Les enjeux actuels de la radiothérapie en oncologie en France reposent ainsi sur un accès rapide et équitable aux dernières avancées technologiques sur l'ensemble du territoire, tout en relevant les défis démographiques et de formation des professionnels. Ils impliquent également un fort investissement en qualité et gestion des risques, une évolution vers un financement harmonisé et adapté, ainsi qu'un renforcement de l'information des patients et de l'offre de soins oncologiques de support tout au long du parcours de soins. Enfin, l'enseignement,

la formation continue et la recherche constituent des leviers essentiels pour assurer l'innovation et la pérennité de la filière.

Ce nouveau livre blanc s'efforce d'apporter des éléments de réponse à ces nombreux défis auxquels se heurte en 2026 la radiothérapie française. Il est nécessaire pour proposer aux décideurs comme au grand public, une réflexion autour de cette spécialité médicale qui tient une place essentielle dans le traitement des cancers. La radiothérapie est, en effet, à côté des autres principaux traitements du cancer, la chirurgie et les traitements médicamenteux, une thérapeutique efficace et peu coûteuse, pourvoyeuse d'emplois qualifiés et variés.

A l'heure où est présentée par le Président de la République la feuille de route 2026-2030 dans le cadre de la stratégie décennale de lutte contre les cancers 2021-2030, nous espérons que ce livre blanc, fruit d'un an de réflexion collégiale des professionnels rassemblés autour de la SFRO, ouvrira les débats et discussions nécessaires afin que la radiothérapie française garde un niveau parmi les meilleurs.

SFRO,
Pr Olivier Chapet,
Pr Philippe Giraud,
Dr Fabrice Lorchel,
Pr Véronique Vendrely

axe 1

Garantir à chaque patient l'égalité d'accès à la meilleure technique, sur l'ensemble du territoire



Une réforme attendue qui doit produire des effets concrets...

L'accès aux techniques de radiothérapie les plus adaptées suppose **un cadre de financement cohérent** avec l'évolution des pratiques et des technologies. Le système actuel, construit sur des nomenclatures distinctes entre le secteur public et libéral et des modalités en partie dépassées, ne reflète plus la réalité des prises en charge ni le niveau d'exigence requis en matière de qualité, de sécurité et de technicité. **La refonte des modalités de financement des actes de radiothérapie est donc centrale. Elle doit intégrer la complexité croissante des traitements**, les investissements nécessaires au maintien et renouvellement des équipements, ainsi que les enjeux d'attractivité de la radiothérapie pour les équipes, notamment dans les établissements publics.

La mise en place d'une tarification forfaitaire, en valorisant l'épisode de soins dans son ensemble, pourra accompagner les transformations des pratiques, qu'il s'agisse de favoriser l'hypofractionnement lorsqu'il est possible tout en garantissant l'accès aux traitements normofractionnés lorsqu'ils restent nécessaires, ou d'encourager le développement de techniques innovantes dépendra toutefois du **niveau de valorisation retenu et de sa capacité à préserver les équilibres économiques des centres**.

Accompagner l'innovation

L'innovation en radiothérapie progresse rapidement avec l'émergence de techniques comme la radiothérapie adaptative⁶ ou la flash-thérapie⁷. Ces évolutions nécessitent des investissements importants et des phases d'évaluation structurées avant leur intégration dans le droit commun. Dans ce contexte, l'existence de dispositifs de financement adaptés à ces phases transitoires apparaît déterminante pour éviter un décalage entre avancées technologiques et **capacités effectives de déploiement sur tout le territoire français**. À défaut, l'accès des patients français aux innovations pourrait être retardé.

Un effort à consolider en matière de recherche

Développer les capacités de recherche en radiothérapie en France est une condition sine qua non pour l'avenir de la discipline et sa capacité à innover au bénéfice des patients.

Les moyens académiques, humains et organisationnels restent toutefois contraints. Un fléchage du financement des projets, une meilleure structuration des équipes ainsi qu'un encouragement des parcours universitaires chez les jeunes oncologues radiothérapeutes constituent des leviers essentiels. **Ils conditionnent la capacité d'innovation, l'attractivité de la discipline et son positionnement scientifique.**



Proposition 1 Déterminer une juste valorisation des actes de radiothérapie permettant de poursuivre les investissements nécessaires en termes d'innovation, de technicité et de sécurité, ainsi que d'attractivité pour le personnel.



Proposition 2 Créer un dispositif temporaire de financement spécifique adapté pour les actes innovants, notamment la radiothérapie adaptative, afin de procéder à leur évaluation en vue, le cas échéant, de leur passage en droit commun.



Proposition 3 Renforcer la recherche en radiothérapie en France.

I Améliorer le financement académique (Appels d'offres INCa et ANR, PHRC, etc.) et la recherche en radiothérapie.

I Professionnaliser et pérenniser les structures de recherche (attachés de recherche, temps protégé pour les cliniciens ou les physiciens).

I Promouvoir les cursus « recherche » auprès des jeunes oncologues radiothérapeutes (masters, doctorats, mobilités internationales).

axe 2

Le patient,
acteur au cœur
de sa prise en
charge


Co-construire le parcours de soins avec les patients

La SFRO porte une démarche de co-construction du parcours de soins en associant les patients à ses travaux et aux outils qu'elle développe. Elle contribue à **l'amélioration de l'information et de l'accompagnement par l'élaboration de supports harmonisés (brochures pédagogiques) en collaboration avec les patients et en assurant leur diffusion dans l'ensemble des centres de radiothérapie en France. Soutenir le développement de l'éducation thérapeutique est une priorité pour la SFRO.** L'éducation thérapeutique permet en effet au patient de mieux comprendre son traitement et de mieux le vivre. C'est pourquoi elle doit être pleinement intégrée à l'offre de soins de support.

La SFRO intègre également les associations de patients dans ses instances et ses travaux. Leur participation, notamment au sein de la commission éthique, constitue un élément clé de cette démarche. La SFRO entend poursuivre et consolider cette dynamique, en particulier dans le champ de la recherche. La SFRO va continuer à renforcer la co-construction des projets, notamment dans le cadre des PHRC⁸, en associant plus systématiquement les patients à la définition des protocoles et des critères d'évaluation, afin de **mieux prendre en compte les dimensions de qualité de vie, de tolérance et d'acceptabilité des traitements.**

Un parcours de soin complet à adapter à l'évolution des besoins

Les soins de support font pleinement **partie de la prise en charge en radiothérapie**. Or, leur organisation est **hétérogène selon les territoires et les structures**. Ils sont pourtant essentiels pour améliorer la qualité de vie des patients en gérant notamment les effets secondaires et en veillant à la continuité du traitement, contribuant ainsi à **l'efficacité globale du parcours. L'évolution des techniques de radiothérapie et la complexité croissante des parcours appellent un accompagnement plus structuré et plus adapté aux besoins réels des patients.** Certaines techniques de soins de support, comme la photobiomodulation⁹, illustrent cette évolution. L'enjeu est d'assurer une prise en charge cohérente et équitable sur l'ensemble du territoire, en articulant innovation technique et accompagnement global du patient. C'est pourquoi leur place dans le parcours de soins doit être reconnue pour en garantir l'accès. La hiérarchisation des actes correspondant à ces nouvelles techniques de soins de support contribuerait à mieux structurer l'offre et à en sécuriser l'accès.


Proposition 4 Renforcer l'information du patient tout au long de son parcours de radiothérapie.

I Homogénéiser et consolider une culture nationale de l'information partagée.

I Accélérer le développement de l'éducation thérapeutique en s'appuyant notamment sur les outils numériques.


Proposition 5 Structurer et financer un parcours complet de soins de support en radiothérapie.

I Mettre en place une offre globale et personnalisée de soins de support avant, pendant et après la radiothérapie, grâce à la création d'un forfait dédié accessible en ville comme à l'hôpital.

I Améliorer le parcours de soins en développant la formation spécifique des soignants en lien avec les associations de patients, et en inscrivant ces pratiques dans une approche de médecine intégrative, fondée sur des interventions scientifiquement reconnues.

axe 3

Poursuivre le renforcement de la sécurité et de la qualité des soins

Adapter la culture de sécurité aux transformations des pratiques

Le cadre de sécurité en radiothérapie est **structuré et reconnu**. Il doit néanmoins évoluer de manière quasi permanente pour tenir compte de la **complexité croissante des prises en charge et de l'intégration rapide d'innovations technologiques**. Cela suppose d'anticiper plus systématiquement les risques liés à l'évolution des pratiques (hypofractionnement, ré-irradiations, techniques complexes) et d'**intégrer de manière critique les nouvelles technologies, notamment les outils d'intelligence artificielle**. Leur déploiement doit s'accompagner d'une évaluation continue et d'une maîtrise des risques émergents.

Dans cette optique, la fonction de **responsable opérationnel de la qualité et de la sécurité (ROQS)** constitue un point d'appui majeur. Une reconnaissance renforcée de ce rôle, une harmonisation des qualifications et une harmonisation des qualifications par site contribueront à structurer la gouvernance locale.

Renforcer l'efficacité des dispositifs de gestion des risques

Les démarches existantes (CREX, audits internes, analyses de risques) doivent **gagner en portée opérationnelle**. Il s'agit de dépasser une approche centrée sur la conformité pour en faire de véritables outils d'amélioration organisationnelle et d'**aide au pilotage**. Le suivi des habilitations représente un enjeu particulier dans un contexte de renouvellement des équipes et d'in-

tégration d'innovations. Des modalités facilitant leur traçabilité et leur actualisation, en lien avec les autorités compétentes au premier rang desquelles l'ASNR, permettraient de sécuriser davantage les pratiques. De même, la **pérennisation des audits internes doit s'inscrire dans cette logique d'amélioration continue**. Enfin, la sécurisation des systèmes d'information impose de renforcer les coopérations avec les agences et administrations compétentes, notamment en matière de **cybersécurité**, afin d'anticiper les vulnérabilités et d'intégrer les expertises nécessaires.

Ajuster les effectifs aux besoins réels de la spécialité

La radiothérapie fait face à une **tension durable en matière de démographie médicale et paramédicale**, hétérogène sur le territoire, fragilisant l'organisation des soins, la capacité d'activité et la sécurisation des pratiques. Cette tension concerne l'ensemble des professions de la filière, avec **une situation particulièrement critique pour les manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM)**, mais également pour les médecins médicaux et les dosimétristes. Les effectifs actuels ne sont plus en adéquation avec le volume d'activité, la complexification des traitements et les exigences accrues en matière de qualité et de sécurité. Ainsi, une action apparaît nécessaire afin de garantir l'efficacité des services et l'accès des patients aux soins ¹¹.



Proposition 6 Poursuivre le renforcement de la culture de la qualité et de la sécurité au sein de la filière radiothérapie.

I Anticiper les risques et intégrer de manière critique les innovations, notamment l'Intelligence Artificielle, tout en maîtrisant les risques liés à l'évolution constante des pratiques.

I Renforcer la reconnaissance des ROQS* et standardiser leurs qualifications.



Proposition 7 Poursuivre l'amélioration de la gestion de la qualité et de la sécurité en radiothérapie avec l'ASNR.

I Faciliter le suivi des habilitations, notamment dans un cadre de renouvellement et de pénuries des ressources humaines, et d'intégration des innovations.

I Pérenniser les audits internes.



axe 4

Renforcer l'attractivité des métiers de la radiothérapie



Répondre à l'urgence démographique des manipulateurs en électroradiologie médicale

La situation des MERM appelle des mesures spécifiques.

L'attractivité de la profession doit être renforcée dès la formation initiale. L'augmentation du temps de stage clinique en radiothérapie constitue une première solution concrète pour favoriser l'orientation vers la discipline et sécuriser l'acquisition des compétences.

Une actualisation des contenus pédagogiques, en lien avec les ministères de la Santé et de l'Enseignement supérieur, apparaît également nécessaire pour mieux intégrer l'évolution des techniques, de l'imagerie et des outils numériques et mieux valoriser la diversité des missions exercées en radiothérapie. Au-delà de l'entrée dans la profession, les perspectives d'évolution doivent être clarifiées et rendues plus lisibles. La structuration de perspectives de carrière, le soutien à la formation continue, ainsi que le développement de protocoles de coopération et de pratiques

avancées, sont des **paramètres indispensables de pénurie des manipulateurs.**

Structurer le métier de dosimétriste

Au fil de l'évolution des pratiques, le rôle des dosimétristes est devenu de plus en plus central dans des prises en charge de plus en plus techniques, sans que leur formation et leur reconnaissance soient harmonisées. La création d'un diplôme d'État et l'élaboration d'un référentiel national de compétences permettraient de **sécuriser les parcours, de réduire les disparités de formation et de clarifier leur positionnement au sein des équipes.**



Proposition 8 Renforcer les ressources humaines et les compétences en radiothérapie.

I Augmenter les effectifs des personnels de radiothérapie (oncologues radiothérapeutes, physiciens médicaux, dosimétristes, et surtout des manipulateurs en électroradiologie médicale) en alignant leur démographie sur les standards européens.



Proposition 9 Répondre à la situation d'urgence de pénurie de Manipulateurs en Electroradiologie Médicale (MERM).

I Renforcer les effectifs de MERM :

I À court terme, faciliter le recrutement de manipulateurs en électroradiologie médicale qualifiés au sein de l'Union européenne afin de répondre aux tensions immédiates de recrutement.

I À moyen et long terme, adapter la formation initiale en mettant en place une spécialisation en troisième année, autour de trois parcours distincts : radiothérapie, imagerie radiologique et médecine nucléaire.

I Valoriser et renforcer l'attractivité des carrières :

I Structurer de véritables parcours professionnels permettant des perspectives d'évolution tout au long de la carrière notamment au travers d'un statut de Manipulateur en Pratique Avancée.

I Pérenniser le soutien institutionnel aux dispositifs de formation continue.

I Développer les protocoles de coopération, les délégations de tâches et les pratiques avancées des MERM afin de mieux reconnaître et valoriser leurs compétences.



Proposition 10 Reconnaître le métier de dosimétriste.

I Créer un diplôme d'État pour les dosimétristes.

I Créer un référentiel de compétences.

Qui sommes-nous ?

Collaborer avec les parties prenantes de la radiothérapie en oncologie : une mission centrale pour la SFRO

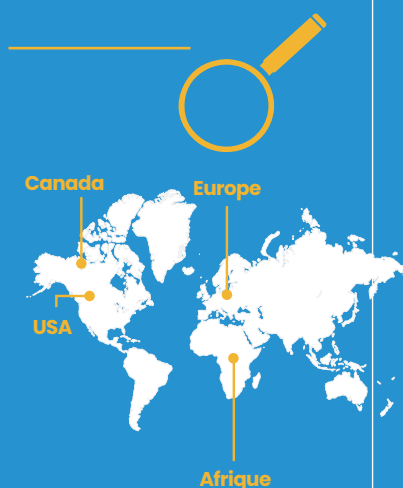
L'oncologie radiothérapique est une « jeune » spécialité, tout juste centenaire, en constante évolution technologique depuis sa naissance au début des années 1900. Au même titre que l'oncologie médicale et la chirurgie oncologique, ces dernières années ont été particulièrement riches en progrès technologiques amenant de véritables révolutions dans la prise en charge des patients. En quelques années, les plateaux techniques de radiothérapie ont vu s'installer des équipements de haute technologie comme les accélérateurs linéaires modernes, intégrant le contrôle des mouvements en temps réel par l'imagerie embarquée des volumes-cibles et organes à risque, le contrôle de la dose.

Dans ce contexte, la Société Française de Radiothérapie Oncologique (SFRO), se veut un média d'échange, permettant de promouvoir et développer une discipline encore mal connue. Elle rassemble aujourd'hui des oncologues radiothérapeutes de différents modes d'exercice : centres de lutte contre le cancer, centres hospitaliers universitaires et généraux (CHU-CHG), et centres libéraux. Elle est ouverte à l'ensemble des professionnels de la spécialité (médecins, physiciens, biologistes, manipulateurs et dosimétristes) et compte plus de **800 membres exerçant majoritairement en France, mais également dans d'autres pays d'Europe, d'Afrique, au Canada et aux Etats-Unis**. La radiothérapie, discipline clé dans la prise en charge des cancers, s'intègre dans une approche multidisciplinaire globale du traitement du cancer, nécessitant des collaborations étroites avec tous les spécialistes de la cancérologie : chirurgie, oncologie médicale, imagerie... Enfin,

la SFRO est une société pleinement ouverte à l'international, au travers de relations avec les autres sociétés européennes et outre-Atlantique de radiothérapie oncologique.

La SFRO occupe un rôle central dans le paysage de la cancérologie en France en établissant des liens étroits avec les diverses instances nationales. Elle joue un rôle essentiel dans l'organisation et l'évolution de la radiothérapie, élaborant des recommandations de bonnes pratiques, accompagnant les évolutions technologiques et travaillant en lien étroit avec l'ASNR pour une sécurité optimale des traitements. Une place importante est donnée aux patients, qui sont associés à différentes commissions et à la rédaction de livrets d'information. La SFRO porte enfin des sujets importants comme l'éthique, la parité homme/femme ou encore l'évolution des métiers avec l'intelligence artificielle, dans le cadre de commissions dédiées.

La SFRO a fait de la recherche scientifique une priorité avec la création d'une commission recherche. La visibilité nationale et internationale des équipes françaises de l'oncologie radiothérapie en matière de recherche fondamentale, translationnelle et clinique est réelle ; elle n'est cependant pas à la hauteur de pays de niveau économique comparable, en partie du fait d'un manque de moyens humains et financiers.



800
membres



Missions et objectifs de la SFRO

La SFRO a plusieurs missions fondamentales, visant à améliorer la qualité des soins en radiothérapie :

I Promotion de la recherche et de l'innovation par l'organisation de congrès scientifiques et une veille technologique constante. Le congrès annuel de la SFRO est un événement phare, qui rassemble tous les professionnels de la radiothérapie pour discuter des innovations technologiques, médicales et stratégiques.

I Formation et enseignement : mise en place de formations continues pour les professionnels de santé (Association de formation continue en oncologie radiothérapie (AFCOR), Conseils nationaux professionnels (CNP) et soutien aux jeunes radiothérapeutes (SFJRO). La SFRO, à travers la Société Française des Jeunes Radiothérapeutes Oncologues (SFJRO), participe ainsi activement à la formation et à la représentation des jeunes radiothérapeutes. Sous l'égide conjointe de la SFRO et du Collège National des Enseignants de Cancérologie (CNEC), la SFJRO organise des cours et des congrès qui permettent aux internes et assistants en oncologie radiothérapie de se rencontrer et d'échanger. Ces événements contribuent à la formation continue et à l'amélioration des compétences des professionnels de la radiothérapie.

I Élaboration des recommandations : participation à l'édiction de référentiels nationaux et guides de bonnes pratiques en radiothérapie (RecoRad). La SFRO élabore les recommandations professionnelles de la spécialité, connues sous le nom de RecoRad, éditées et diffusées dans son journal francophone « Cancer Radiothérapie ». Ces recommandations couvrent la pratique de la radiothérapie externe et de la curiethérapie et sont régulièrement mises à jour, pour refléter les dernières avancées scientifiques et technologiques.

I Collaboration avec les institutions de santé : travail avec l'Institut National du Cancer (INCa), les Agences Régionales de Santé (ARS), l'Autorité de Sûreté Nucléaire et de Radioprotection (ASNR), les fédérations hospitalières, comme la Fédération hospitalière de France (FHF), la

Fédération de l'Hospitalisation Privée (FHP), la Fédération des Spécialités Médicales (FSM), l'Union Nationale Hospitalière Privée de Cancérologie (UNHPC), la Fédération française des Centres de lutte contre le cancer (UNICANCER). La SFRO collabore également directement avec les centres de lutte contre le cancer, les centres hospitaliers universitaires et généraux (CHU-CHG) et les centres libéraux, notamment via le Syndicat National des Radiothérapeutes Oncologues (SNRO).

I Sensibilisation et communication : information à destination des patients (livrets de la SFRO, collaboration avec les associations de patients) et des professionnels sur les évolutions de la radiothérapie.

I Renforcement de la sécurité des soins : élaboration de standards pour minimiser les effets secondaires et garantir une prise en charge optimale (RecoRad, Audit par les pairs, etc.).

Relations avec les Sociétés Savantes et les Institutions

La SFRO entretient des relations avec plusieurs sociétés savantes françaises et européennes. Elle collabore, notamment avec la Société Française de Physique Médicale (SFPM), l'Association Française du Personnel Paramédical d'Electroradiologie (AFPPE), la Société européenne de radiothérapie et d'oncologie (ESTRO), la Fédération Française de Cancérologie Digestive (FFCD), la Société Française de Pneumologie de Langue Française (SPLF), la Société Française d'Oncologie Gynécologique, la Société Française d'Oncologie Pédiatrique. Elle entretient également des rapports étroits avec l'ensemble des groupes coopérateurs comme le Groupe d'étude des tumeurs urogénitales (GETUG), le Groupe d'Oncologie Radiothérapie Tête Et Cou (GORTEC), l'Intergroupe Francophone de Cancérologie Thoracique (IFCT), etc.

La SFRO joue également un rôle actif dans la définition des politiques de santé et la réglementation de la radiothérapie en France en collaboration notamment avec :

En lien avec le Ministère de la Santé (DGOS), la CNAM, l'ATIH, la SFRO contribue aux discussions sur le financement et l'organisation de la radiothérapie dans les établissements publics et privés.



Des progrès technologiques rapides, des besoins croissants

La radiothérapie est une spécialité faisant appel à des moyens technologiques importants : accélérateurs linéaires, logiciels, équipements de contrôle qualité... Elle est considérée à haut risque en raison de l'impact sur les patients que peut avoir toute imprécision ou erreur. L'enjeu permanent est de pouvoir délivrer une dose optimale de rayonnement pour assurer le meilleur contrôle possible de la maladie tout en prévenant la survenue d'effets secondaires.

A l'image de ce qui a pu être observé dans l'industrie automobile, aéronautique ou en informatique, notre spécialité a bénéficié, au cours de ces 30 dernières années, d'évolutions technologiques majeures qui ont révolutionné la prise en charge de nos patients. Par exemple, les imageries par résonance magnétique nucléaire (IRM) et la Tomographie à Émission de Positons (TEP) scanner prennent actuellement une place prépondérante. La révolution de l'intelligence artificielle (IA) observée dans notre société touche aussi notre spécialité. Ces évolutions impliquent une adaptation permanente des services de radiothérapie pour offrir les meilleures prises en charge thérapeutiques aux patients. Cela nécessite le renouvellement régulier, habituellement **tous les 8 à 10 ans sauf rupture technologique majeure**, des équipements et une formation continue des professionnels de la spécialité.

Ce chapitre propose de décrire les principaux progrès de notre spécialité et les évolutions attendues dans les prochaines années.

1. Avant les années 90

1.1 Les moyens technologiques

Le rayonnement est produit par des machines utilisant une source de cobalt (^{60}Co) d'énergie 1,25 MeV. Les faisceaux d'irradiation étaient peu pénétrants (la profondeur du maximum de dose, d_{max} , était égal à 0,5 cm) et peu homogènes (dose plus élevée au centre qu'en périphérie du faisceau). Les faisceaux étaient de forme carré ou rectangulaire. Des caches en alliage de plomb étaient interposés entre le faisceau et le patient afin d'adapter grossièrement le champ d'irradiation à la forme du volume cible. Le repositionnement du patient à chaque séance reposait sur des repères tracés sur la peau et la réalisation de gammagraphies, films de radiologie que le faisceau d'irradiation venait imprimer après avoir traversé le patient. Il était uniquement possible de visualiser le passage du faisceau par rapport aux structures osseuses. La réalisation d'un cliché de face et de profil permettait une visualisation en 2D/2D mais avec une qualité d'image modeste.

1.2 La radiothérapie externe en 2D

Le traitement est réalisé par 2 à 4 faisceaux opposés définis avec un simulateur, système apparenté à

un appareil de radiologie et permettant de réaliser des clichés radiographiques avec la projection de chaque faisceau sur les structures osseuses. L'adaptation de la forme des faisceaux à la forme du volume cible est très approximative. La forme des caches plombés est définie selon une projection intellectuelle de la tumeur par rapport aux structures osseuses, en fonction des connaissances anatomiques. Une visualisation précise de la répartition de la dose d'irradiation au sein du patient n'est pas possible, rendant difficile toute optimisation de la dose sur les organes à risque. Du fait du caractère insuffisamment pénétrant des faisceaux au cobalt, la dose délivrée en surface doit être importante afin d'assurer une dose suffisante à des volumes traités en profondeur (ex : cancer du poumon). Pour toutes ces raisons, la radiothérapie externe était source de complications fréquentes et parfois sévères et les doses délivrées étaient limitées, compromettant les résultats carcinologiques.

2. Les années 90

2.1 Les évolutions technologiques

Au cours de cette décennie, une nouvelle génération d'accélérateur a vu le jour avec **4 évolutions majeures**.

2.1.1 Une meilleure qualité des faisceaux d'irradiation

Le faisceau d'irradiation n'est plus produit par du Cobalt mais directement par un accélérateur linéaire. Le premier avantage est de s'affranchir des problèmes de radioprotection liés aux sources radioactives de cobalt. Le second est de produire un faisceau d'irradiation dont l'énergie peut être modifiée en fonction de la profondeur de la région à traiter (faible énergie pour des lésions peu profondes et forte énergie pour des lésions plus profondes). Enfin le faisceau délivre une dose d'irradiation beaucoup plus homogène.

2.1.2 Une meilleure conformation du faisceau

Le collimateur multilames remplace progressivement les caches plombés. Il s'agit d'un système, installé sur la tête de l'accélérateur et constitué de lames mobiles (2 rangées opposées), venant s'interposer entre le

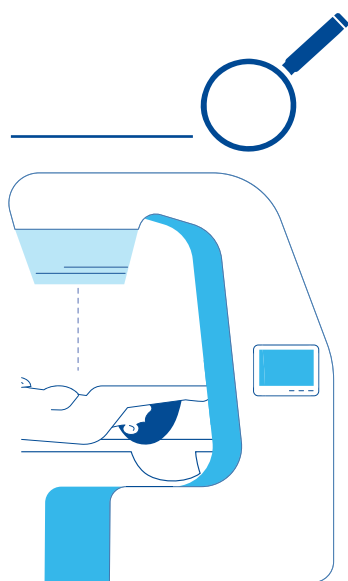
faisceau et le patient. Chaque lame est pilotée par un moteur indépendant, ce qui permet de lui donner une position spécifique et ainsi d'adapter la forme du faisceau à la forme du volume à traiter avec une plus grande précision. La position des lames pour chaque faisceau peut être enregistrée et reproduite à chaque séance de traitement. **Les volumes de tissus sains irradiés sont ainsi considérablement réduits par rapport aux caches plombés.** Initialement constitués de lames de 1 cm de largeur, les collimateurs ont progressivement gagné en précision avec des lames de 5 mm voir de 2,5 mm.

2.1.3 Une amélioration des systèmes de repositionnement

Les premières imageries portales équipent les accélérateurs. Il s'agit de détecteurs plans montés sur un bras articulé qui viennent se positionner en face du faisceau d'irradiation en remplacement des gammagraphies. L'image est, cependant, toujours obtenue grâce à de faibles doses d'irradiation émises par le faisceau de l'accélérateur. Ce sont les images dites « MV ». Le contrôle de repositionnement est plus simple et d'une qualité améliorée. Toutefois, le caractère irradiant de l'acquisition en limite la fréquence d'utilisation au risque de créer des surdosages.

2.1.4 La définition en 3D des volumes cibles et des organes critiques

Le simulateur est progressivement remplacé par le scanner de simulation permettant des images en coupes. La radiothérapie est alors qualifiée de conformationnelle. Grâce au développement de logiciels de contourage et de calcul de dose, il devient possible de délimiter sur chaque coupe du scanner les différents volumes d'intérêt (à traiter ou à épargner) et d'en obtenir une reconstruction en 3D. Il est de même possible d'obtenir un calcul en 3D de la distribution de la dose obtenue selon le nombre et l'orientation des faisceaux d'irradiation et la position des lames sur chaque faisceau. Pour la première fois, sont définis des indicateurs dosimétriques (niveaux de dose dans un volume donné) à appliquer aux volumes cibles (qualité de couverture) et aux différents tissus sains exposés au rayonnement (prévention des effets secondaires).



60%
des patients
ont recours
à la
radiothérapie
durant leur
parcours
de soin

2.2 L'ère de la radiothérapie conformationnelle en 3D (RC3D)

La RC3D résulte de ces évolutions technologiques. Elle consiste à **visualiser en 3D les volumes et structures d'intérêt au scanner de simulation et d'optimiser en 3D les doses reçues grâce aux collimateurs multilames**. La préservation des tissus sains est améliorée, diminuant les taux d'effets secondaires et permettant d'envisager une augmentation des doses délivrées (ex : cancers de la prostate, du poumon...). Elle permet ainsi d'envisager plus largement la combinaison de la radiothérapie externe avec des traitements de chimiothérapie pour en augmenter l'efficacité (ex : cancer du poumon, ORL, œsophage...). Dans de nombreuses localisations tumorales, la RC3D conduit à une amélioration significative du contrôle local tout en réduisant les effets secondaires. Elle permet aussi d'envisager des approches de préservation d'organes, remplaçant des chirurgies mutilantes ou impactant la qualité de vie des patients, par des chirurgies moins mutilantes combinées à la radiothérapie (ex : cancer du rectum) ou une radiothérapie exclusive parfois combinée à une chimiothérapie (ex : cancer du canal anal, de la prostate, du larynx...).

2.3 La radiothérapie stéréotaxique intra-crânienne

La radiothérapie stéréotaxique consiste à **traiter des lésions de petites tailles (quelques centimètres) par de très fortes doses d'irradiation par séance**, délivrées en peu de séances (1 à 5). L'objectif est d'obtenir l'équivalent d'une ablation chirurgicale. La précision doit être inframillimétrique car les doses délivrées imposent des marges de sécurité restreintes autour de la lé-

sion. Initialement, cette technique est réservée au cerveau car l'utilisation de cadres de stéréotaxie fixant la tête du patient sur la table de traitement, assure l'immobilité et la précision requises pendant les séances. Des collimateurs multilames de 2,5 mm ou des cônes placés sur la tête de l'accélérateur permettent de réaliser des faisceaux de petites tailles pour délivrer la dose avec une très haute précision.

Une machine, le **Gamma Knife**, est **même dédiée à cette technique**. Elle permet de **combinaison de multiples faisceaux d'irradiation** dont la taille est contrôlée par différentes tailles de cônes intégrés dans la machine. Cette technique est particulièrement utilisée pour les métastases cérébrales mais aussi pour des pathologies bénignes comme les neurinomes de l'acoustique, les malformations artérioveineuses...

3. Les années 2000, l'entrée dans l'ère de la radiothérapie moderne

3.1 Les évolutions technologiques

Les années 2000 sont marquées par un nouveau palier dans l'évolution de la radiothérapie externe.

3.1.1 La modulation d'intensité

Jusqu'alors, les lames du collimateur étaient immobiles dans une position prédéfinie pendant toute la durée de l'irradiation. La dose délivrée au sein du faisceau dessiné par le collimateur était donc homogène. L'évolution des capacités de calculs des ordinateurs et des logiciels dosimétriques permet une approche beaucoup plus complexe. Elle consiste à faire bouger toutes les lames pendant l'irradiation selon une vitesse variable et qui lui est propre. Combiné avec le mouvement de la lame opposée, cela permet de définir un temps d'expo-

sition au rayonnement variable en tous points du faisceau (temps d'ouvertures des 2 lames en regard). L'intérêt est de pouvoir réduire les doses d'irradiation délivrée en certains points du faisceau en regard de structures à risque de toxicité (rectum, cœur, moelle épinière...). La combinaison des faisceaux d'irradiation permet d'obtenir **une dose homogène dans le volume à traiter et des niveaux de dose concaves contournant les organes ou structures à épargner**. La planimétrie est dite inverse, car les paramètres dosimétriques ne sont plus la résultante du plan de traitement qui a été créé mais sont définis en amont du calcul de dose. On parle de contraintes dosimétriques. Le logiciel de planimétrie optimise les mouvements de lames permettant au mieux de respecter ces contraintes.

3.1.2 L'avènement des ConeBeam CT et imagerie KV

Jusqu'alors les systèmes de repositionnement embarqués sur les accélérateurs se basaient sur des clichés orthogonaux ne visualisant que les structures osseuses et ne permettant de contrôler que la position du patient. Le développement d'une nouvelle génération de détecteurs plans, beaucoup plus sensibles et nécessitant un rayonnement de plus faible énergie (kilovolts) a révolutionné la précision des traitements. Les images obtenues sont de meilleure qualité. Les doses d'irradiation nécessaires sont considérablement réduites permettant une utilisation à chaque séance sans risque de surdosage pour le patient. Enfin, en réalisant une acquisition d'image en continu sur une rotation complète du système autour du patient, il est possible d'obtenir une image scanographique (ConeBeam CT). Pour la première fois, la tumeur ou le volume cible sont donc visualisés à chaque séance pour contrôler la précision du traitement.

3.1.3 Deux nouveaux concepts d'accélérateur

Les années 2000 ont aussi vu le développement de deux accélérateurs de conceptions originales différentes. Les accélérateurs linéaires étaient constitués d'une tête tournant autour du patient. La position des faisceaux ne pouvait donc varier que dans ce plan (à moins de tourner la table).

Une nouvelle machine, le Cyberknife® (Accuray, Madison, WI), place la tête de l'accélérateur sur un bras robotisé libérant l'orientation des faisceaux dans l'espace. Ce bras robotisé permet aussi de suivre les mouvements de la tumeur en cours de traitement grâce à l'implantation de marqueurs intra-tumoraux et l'utilisation de deux détecteurs en kilovolts permettant de les visualiser et de les suivre pendant l'irradiation. Une seconde machine, la Tomothérapie® (Accuray, Madison, WI), propose de placer la tête de l'accélérateur sur un anneau de rotation. Le traitement peut être réalisé avec un faisceau tournant autour du patient pendant que la table avance (irradiation hélicoïdale), multipliant ainsi les portes d'entrée pour une meilleure couverture du volume cible et une meilleure épargne des tissus sains. Sur ce même anneau, est placé un système d'imagerie kV. Les deux systèmes sont donc totalement intégrés.

3.1.4 L'asservissement respiratoire

Certaines tumeurs sont mobiles avec la respiration : tumeurs pulmonaires, hépatiques... Afin qu'elles restent dans le faisceau d'irradiation pendant toute la durée de l'irradiation, il est nécessaire de traiter un volume beaucoup plus large incluant l'amplitude de mouvement. Différents systèmes sont développés afin de réduire ces marges et donc les toxicités.

3 approches sont proposées :

■ **La 1^{ère} consiste à traiter la tumeur pendant que le patient bloque sa respiration en inspiration profonde.** Le faisceau ne traite que lorsque la tumeur est dans cette position.

■ **La 2^{ème} consiste à laisser le patient respirer librement et à définir une fenêtre dans le cycle respiratoire** où le faisceau délivre la dose. L'irradiation n'est délivrée que lorsque la tumeur est dans cette fenêtre respiratoire. Les volumes irradiés sont un peu plus importants mais cette technique est plus confortable pour le patient surtout en cas d'insuffisance respiratoire rendant le blocage respiratoire difficile à tenir.

■ **La 3^{ème} consiste à faire suivre la tumeur (tracking) par le faisceau d'irradiation.** L'irradiation n'est pas interrompue (e.g. le Cyber Knife), c'est le bras de l'accélérateur qui bouge de façon synchronisée avec le mouvement de la tumeur.

3.1.5 Les protons et les ions

Parallèlement au développement des accélérateurs classiques (qui accélèrent des électrons pour obtenir des faisceaux de photons ou d'électrons) les années 2000 ont vu se perfectionner les installations de protonthérapie (PT) et d'ions plus lourds (notamment carbone). Ces accélérateurs, beaucoup plus onéreux, sont encore rares en France (3 centres de PT, 1 en cours d'ouverture d'ions lourds). La PT présente plusieurs avantages. Le pic de Bragg des protons est une conséquence de la nature électriquement chargée des protons. La dose est essentiellement déposée à distance dans le patient, la dose d'entrée étant limitée et surtout la dose distale (après le pic) est négligeable. En modulant l'énergie, il est possible de faire varier la profondeur du pic de Bragg et ainsi, de déposer la dose sur une plage de profondeurs choisie. La pénombre latérale (bord de faisceau) est également très resserrée. Aussi, les protons sont une solution de choix pour des cibles de haute précision (intracrâniennes, oculaires, tumeurs pédiatriques...) mais pas uniquement. Actuellement, la tendance est l'IMPT (Intensity Modulated Proton Therapy) pour laquelle le faisceau large est remplacé par un scanning et une modulation à l'échelle du voxel. Quant aux ions carbone, encore une fois assez rares dans le monde, leur spécificité réside dans le fort EBR (efficacité biologique de la dose physique). L'Hadronthérapie qui regroupe la radiothérapie par protons et par ions carbone, donne ainsi accès à une augmentation de la dose à toxicité constante et/ou à une diminution de la dose intégrale.

3.2 La radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité (RCMI)

Déjà évoqué ci-dessus, cette évolution de la RC3D (ou IMRT pour Intensity-Modulated Radiation Therapy), intégrant la modulation d'intensité des faisceaux d'irradiation pour mieux préserver les tissus sains, se développe réellement dans les années 2000. Elle est initialement proposée dans le cancer de la prostate pour mieux épargner le rectum et la vessie grâce aux distributions de doses concaves qui permettent de contourner ces organes. Les taux de complications rectales et urinaires sont significativement réduits.

Son utilisation est rapidement évaluée dans

de nombreuses autres localisations tumorales (cancer du col utérin, ORL...). Le bénéfice en termes de réduction des effets secondaires est manifeste et systématique, conduisant à une diffusion progressive de la technique dans les services de radiothérapie. Combinée avec l'amélioration des systèmes de repositionnement, la RCMI ouvre des perspectives nouvelles en radiothérapie externe. L'association de traitements systémiques devient plus aisée et se développe largement, améliorant les résultats carcinologiques. La réduction des effets secondaires permet d'envisager des traitements hypofractionnés, c'est-à-dire, délivrant des doses de radiothérapie plus élevées par séance pour un nombre totale de séances de traitement réduit. L'objectif de la radiothérapie hypofractionnée (cf. chapitres suivants) est d'améliorer l'efficacité et la tolérance des traitements, et de réduire la durée des traitements pour les patients.

3.3 La radiothérapie stéréotaxique extra-crânienne

La radiothérapie stéréotaxique, initialement réservée aux lésions intra-cérébrales, se développe dans les localisations extra-crâniennes. Cela est rendu possible grâce aux systèmes de repositionnement en kV et CBCT qui offrent la précision de repositionnement requise en l'absence de possibilité d'utiliser un cadre de stéréotaxie en dehors du crâne. L'évolution des accélérateurs linéaires avec une précision inframillimétrique du faisceau, le développement des collimateurs multilames avec des lames de 2,5 mm et l'apparition de machines dédiées comme le Cyberknife[®] favorisent le développement de cette technique. Il devient envisageable de traiter en quelques séances (1 à 5 généralement) des lésions de petites tailles qui étaient traitées en 30 à 40 séances. Le bénéfice attendu est ainsi une amélioration du contrôle local et une réduction des déplacements des patients, conduisant pour ce dernier point à un bénéfice en coût pour la société : réduction du nombre de transports (taxi, VSL, ambulance...). Des études cliniques sont menées dans de nombreuses localisations tumorales dont le poumon, la prostate, les métastases osseuses...



L'objectif de la radiothérapie hypofractionnée est d'améliorer l'efficacité et la tolérance des traitements, et de réduire leurs durées pour les patients.

4. Des années 2010 à ce jour

Ces quinze dernières années, de nombreuses évolutions incrémentales qui permettent de mieux adapter les doses et d'améliorer la précision des traitements sont apparues ouvrant la voie aux techniques de radiothérapie de demain.

4.1 Le développement du VMAT

La modulation d'intensité était réalisée avec des faisceaux fixes. Le VMAT (Volumetric Modulated Arc-Therapy), ou arcthérapie volumétrique modulée en français, consiste à moduler la dose d'irradiation tout en faisant tourner le faisceau autour du patient. Cela est rendu possible grâce à l'évolution de l'informatique et des logiciels de calcul de plus en plus puissants. Cette technique, initialement développée avec la tomothérapie, se généralise progressivement sur tous les accélérateurs linéaires. L'intérêt est d'obtenir des isodoses de traitement qui épousent au mieux la forme du volume cible. **Cela permet aussi un traitement plus rapide pour le patient en réduisant la durée des séances.**

4.2 L'évolution des systèmes de repositionnement

Les ConeBeam CT (CBCT) sont en constante amélioration pour atteindre actuellement **une qualité d'image proche de celle d'un scanner de diagnostic**. La précision des traitements en est d'autant améliorée. Le repositionnement surfacique, un nouveau système de repositionnement, est en cours de généralisation dans les services de radiothérapie. Il consiste, grâce à des caméras à infrarouge, à détecter et reconstruire la surface du patient, à comparer la position par rapport à la position attendue et à corriger les variations grâce à des mouvements de la table de traitement. Ces systèmes sont particulièrement inté-

ressants pour repositionner les patients traités pour cancers du sein, cet organe étant souple et mobile.

4.3 L'intelligence artificielle (IA)

Le développement de l'IA touche aussi la radiothérapie externe. Des logiciels de contourage automatique ont vu le jour. Ils permettent actuellement d'obtenir une délinéation automatique des organes à risque. Ils ne sont, pour l'instant, pas encore suffisamment performants pour la délinéation des volumes cibles qui reste de l'expertise de l'oncologue radiothérapeute. Ces logiciels se généralisent dans les services de radiothérapie car ils représentent un gain de temps substantiel et permettent une harmonisation des pratiques. Leur amélioration est constante et devrait, dans les années à venir, offrir des contours des volumes cibles de plus en plus satisfaisants. Ces logiciels ont un intérêt croissant dans la recherche clinique en apportant une harmonisation des contours pour les patients inclus dans des essais cliniques pour une meilleure interprétation des résultats.

L'IA ne concerne pas que la délinéation automatique, elle se développe aussi dans les logiciels de planimétrie avec une optimisation des dosimétries de plus en plus poussée et s'adaptant aux attentes des oncologues radiothérapeutes en termes de doses reçues par les organes à risques. Enfin, l'IA s'invite aussi dans les contrôles de qualité et de sécurité des accélérateurs et des faisceaux d'irradiation.

4.4 Les IRM Linacs

La dernière évolution des accélérateurs est le développement ces dernières années des IRM Linacs. Il s'agit de machines combinant un accélérateur avec une IRM. La production d'un faisceau d'irradiation dans un environnement magnétique représente une prouesse technologique

majeure. L'apport en radiothérapie est considérable car l'IRM représente, dans de nombreuses localisations tumorales (pelvis, foie, rein, cerveau...), le meilleur examen d'imagerie pour visualiser les tumeurs avec précision. Pour la première fois, il devient possible d'appliquer, aussi en radiothérapie, tous les développements issus de la recherche en imagerie médicale (séquences fonctionnelles, radiomique...). Les IRM Linacs ouvrent des perspectives nouvelles et pourraient représenter un tournant dans l'évolution de la radiothérapie externe vers des traitements ultra-personnalisés. **À ce jour, 11 machines sont installées en France.**

Cependant, la diffusion large de cette technologie en France est freinée pour différentes raisons :

- La technique nécessite la **présence permanente d'un médecin**, un physicien et deux manipulateurs pendant les traitements. La gestion d'une telle machine n'est donc possible que dans des équipes de dimension suffisante. Des protocoles de coopération visent à alléger ces contraintes en personnels.

- Le nombre de patients est limité à **10 à 12 par jour**.

- Le coût élevé de l'IRM Linac par rapport aux autres accélérateurs (**2,5 à 4 fois supérieur**) notamment en raison de l'IRM embarquée mais aussi de l'environnement associé : cage de Faraday (blockhaus), logiciels...

- L'absence de valorisation adaptée des séances d'irradiation** rendant difficile l'atteinte d'un équilibre financier pour les services et institutions.

4.5 Une large diffusion de la radiothérapie stéréotaxique extra-crânienne

Les études randomisées ont démontré tout l'intérêt de cette technique. Dans le poumon, elle se positionne comme une réelle alter-

native à la chirurgie dans les stades précoces. Dans certains cancers de « bon » pronostic de la prostate, il est démontré qu'elle est équivalente aux traitements en 39 à 40 séances. Dans de multiples autres localisations, son intérêt est confirmé : tumeurs hépatiques, adénopathies, métastases osseuses, cancer du rein... Cette technique demande cependant un niveau d'expertise particulier car aux doses délivrées par séance, la moindre erreur peut avoir des conséquences importantes pour le patient. La formation des médecins, des physiciens et des manipulateurs/trices devient un enjeu majeur pour permettre l'utilisation de la radiothérapie stéréotaxique extra-crânienne en toute sécurité pour tous (cf. chapitre 8).

4.6 La radiothérapie adaptative

Plus récemment (années 2020), la radiothérapie adaptative a vu le jour. Elle est une évolution supplémentaire dans la précision des traitements. Jusqu'alors, le plan de traitement (distribution de doses) était défini sur le scanner de simulation et reproduit à chaque séance de traitement. L'amélioration des images CBCT a permis de suivre les variations de taille, position et forme de la tumeur mais aussi des organes en cours de traitement. Le principe de la radiothérapie adaptative repose sur une adaptation à chaque séance du plan de traitement selon la réalité anatomique du jour. Ainsi, la distribution de dose peut être adaptée à la réponse tumorale et ainsi permettre une réduction des volumes de tissus sains exposés au rayonnement. Elle peut aussi être directement adaptée à un organe selon son volume et sa position, comme la vessie ou le rectum dans les cancers de la prostate, ou encore l'intestin grêle dans les cancers du col utérin. Cette technique devient particulièrement intéressante avec le développement des IRM Linac et de nouveaux accélérateurs linéaires dédiés. De nombreuses études in-

5. L'évolution dans les prochaines années

La radiothérapie est en mutation permanente avec des évolutions technologiques qui reposeront beaucoup sur l'imagerie et l'IA.

Le PET scan propose déjà des traceurs qui permettent de mieux identifier les tissus tumoraux, à l'origine d'une aide précieuse pour la définition des volumes à traiter. Le développement de nouveaux traceurs devrait renforcer la place du PET scan dans les traitements de radiothérapie.

L'IRM prend une place prépondérante. La qualité de l'image et les modalités de cet examen (morphologique, fonctionnelle et radiomique) ouvrent des perspectives nouvelles dans l'adaptation des traitements. Les premières IRM de simulation sont commercialisées. Pour l'instant, installées dans seulement quelques centres de radiothérapie, elles pourraient dans les prochaines années remplacer les scanners de simulation.

L'évolution des accélérateurs se fait aujourd'hui vers une intégration de ces deux modes d'imagerie en cours de traitement pour optimiser les approches de radiothérapie adaptative. Les IRM Linacs sont, pour l'instant, réservées à quelques centres experts en raison de leur coût d'installation et l'absence de remboursement adapté des séances. Cependant, le potentiel de ces machines est considérable. L'acquisition de séquences spécifiques réalisées avant chaque séance de traitement permettrait de caractériser des différences de radiosensibilité au sein de la tumeur.

L'IA est en plein essor. Des logiciels de contourage automatique permettent déjà de délimiter en quelques minutes les organes à risque de toxicité. Le contourage automatique des volumes cibles représente la prochaine étape. L'IA prendra dans les prochaines années une place prépondérante en physique médicale. Les plans de traitement seront certainement optimisés par des logiciels de planimétrie pilotée par l'IA. La puissance de calcul surpassera ce que peut faire l'humain. L'IA prendra de même une place de plus en plus importante dans les contrôles qualité des accélérateurs et différents matériels utilisés en radiothérapie.

6. La curiethérapie

Il s'agit d'une technique d'irradiation qui ne fait plus appel à un accélérateur mais à la mise en place de sources radioactives directement au contact ou au sein de la tumeur, ou de la zone qui doit être traitée. La curiethérapie peut être endocavitaire, avec mise en place par les voies naturelles de l'applicateur dans lequel transite la source (exemple : cavité vaginale pour les cancers du col utérin ou de l'endomètre). Elle peut aussi être interstitielle, des tubes vecteurs ou des aiguilles sont alors implantés au travers des tissus pour atteindre la tumeur. Souvent, la curiethérapie nécessite l'implantation des applicateurs/tubes/aiguilles au bloc opératoire, mobilisant une équipe sur place en plus de l'équipe de radiothérapie. Elle impose d'avoir des oncologues radiothérapeutes avec une compétence spécifique à cette technique de traitement. Elle implique de même la formation de médecins médicaux et de manipulateurs en électroradiologie.

Elle nécessite un appareillage spécifique en termes de matériel (projecteur de source, applicateurs, environnement de radioprotection strict, bunker dédié) et de sécurité des sources. Sa délivrance se fait désormais par l'utilisation de sources radioactives de haut débit (Iridium ou Cobalt) ou de grains d'Iode radioactifs.

La curiethérapie a de nombreuses indications dans les cancers pelviens, cutanés, urologiques, voire ORL, mais aussi dans des pathologies bénignes comme les cicatrices chéloïdes. Ces dernières années, les indications de traitement par curiethérapie ont diminué au profit soit d'une abstention thérapeutique (cancers de prostate, de bon pronostic, surveillés), soit d'autres techniques d'irradiation (radiothérapie en modulation d'intensité pour les cancers ORL, radiothérapie stéréotaxique pour les cancers de prostate...). Il reste cependant des indications incontournables comme les cancers du col utérin ou de l'endomètre. De nouvelles indications se développent notamment dans le cadre des seconds traitements conservateurs, permettant d'éviter une mastectomie totale pour certains cancers du sein récidivant.

Conclusion

Au cours de ces 30 dernières années, la radiothérapie externe a connu des évolutions et des révolutions technologiques majeures, en particulier sur les accélérateurs et les logiciels. La radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité et la radiothérapie en conditions stéréotaxiques ont pris une place prépondérante dans le traitement des patients, permettant des traitements de plus en plus précis et efficaces. Les effets secondaires ont été considérablement réduits. La radiothérapie adaptative se développe progressivement pour des traitements de plus en plus personnalisés. L'IA et l'imagerie IRM et PET CT composeront certainement les évolutions de ces prochaines années.

Toutefois, l'accès de nos patients à ces évolutions de la radiothérapie requiert des investissements humains et financiers.

I La complexification des traitements nécessite des personnels (manipulateurs, médecins, physiciens...) avec des niveaux de compétence et de formation de plus en plus élevés. Certaines techniques (radiothérapie stéréotaxique ou adaptative) imposent une présence médicale à chaque séance au poste de traitement ;

I Les évolutions des accélérateurs, des logiciels et des contrôles qualité associés augmentent les coûts d'acquisition, de fonctionnement, de maintenance et de contrôle. Pour exemple, le prix d'un IRM Linac est 2,5 à 4 fois plus élevé que celui des autres accélérateurs linéaires alors qu'ils permettent de traiter 4 fois moins de patients.

La radiothérapie adaptative allonge encore les temps de traitement et réduit le nombre de patients pouvant être traités sur une

machine. De nouvelles technologies (proposées notamment par le constructeur chinois, United Imaging) promettent une radiothérapie adaptative, assistée par l'IA, complètement automatisée et permettant des séances très rapides (6-8 minutes par séance). Cela fait partie des voies de développement avec un scanner dans la salle de traitement, réalisé quotidiennement, et automatisation des étapes de délinéation des OARs et des cibles, de la planification de traitement et même de son évaluation.

Recommandations

I Recommandation 1

Obtenir une meilleure valorisation spécifique des séances d'irradiation par radiothérapie adaptative (IRM linac et accélérateurs configurés pour cette technique).

I Recommandation 2

Prise en compte dans la prochaine nomenclature et les futurs « forfaits » des investissements matériels et la formation des personnels garantissant qualité et sécurité maximale pour les patients.

I Recommandation 3

Bénéficier d'un accès aux technologies innovantes par un soutien à l'acquisition des équipements.

2



4 000
postes de
MERM sont
vacants
à l'échelle
nationale
en 2026

Le défi de la démographie et de la formation au cœur des enjeux de la filière radiothérapie en oncologie

La prescription et la mise en œuvre d'une radiothérapie sont le fruit d'un travail d'équipe qui requiert les compétences multiples de professionnels dont le statut est régi par le code de santé publique (oncologues radiothérapeutes, médecins médicaux et manipulateurs en électroradiologie médicale / MERM), et ceux dont la profession n'est pas réglementée (responsables qualité, techniciens de mesure physique, dosimétristes, ingénieurs biomédicaux, informaticiens, personnels administratifs).

L'égalité d'accès aux soins en radiothérapie en France ne peut être atteinte sans une politique ambitieuse en matière de recrutement et de formation des professionnels de santé : médecins oncologues radiothérapeutes, médecins médicaux et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM). Si le nombre de radiothérapeutes reste globalement suffisant grâce à la formation continue d'interne, la situation des médecins et des MERM suscite aujourd'hui des inquiétudes. Concernant les médecins médicaux, l'Autorité de Sûreté Nucléaire et de Radioprotection (ASNR) alerte sur le manque de personnel qualifié, mettant en cause la sécurité

des actes thérapeutiques. La situation la plus préoccupante concerne cependant celle des MERM faisant face à une crise de recrutement alarmante s'accroissant depuis la crise Covid. Selon une estimation conduite par les associations professionnelles, environ **4 000 postes de MERM sont vacants à l'échelle nationale**. Cette pénurie est particulièrement marquée dans les centres hospitaliers universitaires (CHU), où **15 à 20 % des postes sont non pourvus, contre 5 à 10 % dans le secteur privé**. Bien que ces données ne soient pas spécifiques à la radiothérapie, elles reflètent une tendance générale de sous-effectif dans l'ensemble du secteur.

Ce chapitre s'attache à décrire les différents professionnels nécessaires à la radiothérapie, les tâches qu'ils assurent, les évolutions actuelles et prévisibles au regard des besoins et de leur démographie.

309 patients pris en charge par oncologue radiothérapeute par an, contre **200** patients selon les recommandations de la Commission européenne.

1. Oncologues radiothérapeutes : des besoins croissants

1.1 Le métier d'oncologue radiothérapeute

L'oncologue radiothérapeute est le seul spécialiste habilité à prescrire et superviser un traitement par radiothérapie externe. Il détermine la place de la radiothérapie externe dans le parcours thérapeutique après une discussion pluridisciplinaire.

La prescription de radiothérapie comporte un volet "technique" (dose, technique d'irradiation, volumes traités et volumes protégés, etc.) ; ainsi que la validation des différentes étapes de préparation et du traitement (validation des imageries portales, validation des séances de radiothérapie en hypofractionnement extrême, radiothérapie adaptative).

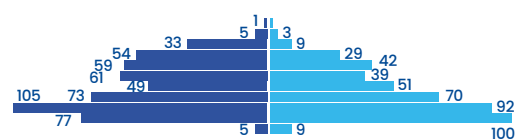
Il assure le suivi du patient pendant et après le traitement en alternance avec d'autres médecins spécialistes et généralistes. Celle-ci est obligatoire pendant cinq ans. Elle est, de fait, très souvent prolongée au-delà lorsque la maladie ou le patient le nécessitent, ou dans le cadre de l'évaluation à long terme de la tolérance des nouvelles modalités (stéréotaxie, hypofractionnement, etc.). Outre la mise en œuvre des radiothérapies, l'oncologue radiothérapeute participe également à la prescription et à la surveillance des chimiothérapies, palliant au manque d'oncologues médicaux.

1.2 Démographie

Selon l'observatoire de radiothérapie (2024), il y a au total, en 2023, **953 oncologues radiothérapeutes** (représentant 778,3 ETP), soit une augmentation x1,55 depuis 2011. La répartition est la suivante : 404 en libéral (42,4%), et 549 en secteur public ou CLCC/ESPIC (57,6%), dont 25% ont un exercice multisite.

Il existe actuellement 39,4 ETP manquants en secteur public/ESPIC (soit 7%, en augmentation par rapport à l'année N-1). L'âge moyen des professionnels en exercice est de 49,2 ans¹ proche de celui des autres médecins spécialistes (50,7 ans).

Le nombre d'internes formés dans la filière oncologie option radiothérapie est de 45 à 50/an.



Pyramide des âges (CNOM, atlas démographique 2023)

1.3 Impact des innovations et nouveaux protocoles sur la démographie médicale

La démographie médicale est aujourd'hui insuffisante au regard des besoins et, ce phénomène devrait s'accroître en raison de nouvelles modalités de prise en charge nécessitant plus de personnel. En effet, le rapport de la Commission Européenne publié en 01/2025² a analysé les ressources humaines, besoins en formations pour la qualité et la sécurité des applications médicales impliquant les rayonnements ionisants dans l'UE. Concernant les besoins en oncologues radiothérapeutes, l'indicateur principal est le nombre de patients traités annuellement par chaque médecin. Sur le plan national, l'Observatoire National de Radiothérapie rapporte le nombre de patients pris en charge en radiothérapie par ETP d'oncologue radiothérapeute (données 2023) : il est en moyenne de 309 (+/- 116) patients par an.

Ce chiffre est bien au-dessus des recommandations de la Commission Européenne (200 patients par oncologue radiothérapeute/an).

1. Art. R. 6123-93 du Décret n° 2022-689 du 26 avril 2022 relatif aux conditions d'implantation de l'activité de soins de traitement du cancer medical applications involving ionising radiation in the EU - Status and recommendations. Final Report. January 2025 (doi:10.2925/2213975)

2. Analysis on workforce availability, education and training needs for the quality and safety of medical applications involving ionising radiation in the EU - Status and recommendations. Final Report. January 2025 (doi:10.2925/2213975)

2. Physiciens médicaux : des effectifs à renforcer

2.1 Le métier de Physicien Médical (PM)

Le métier de physicien médical, apparu en France dans les années 50, combine les connaissances en physique et leurs applications médicales, notamment l'utilisation des rayonnements ionisants, l'imagerie par résonance magnétique et l'échographie, nécessaires dans la prise en charge des patients en radiothérapie externe et curiethérapie. Les physiciens médicaux ont une compétence spécifique dans la maîtrise de la dose délivrée par ces rayonnements en radiodiagnostic, médecine nucléaire et radiothérapie. Ils sont responsables de la métrologie des rayonnements, du calcul prévisionnel des traitements, de l'optimisation de la qualité d'image, du contrôle qualité des équipements, et de la mise en œuvre des mesures de radioprotection des patients. Ils sont assistés dans leurs missions (préparation des plans de traitement, contrôle qualité des plans de traitements et des accélérateurs) par des dosimétristes, des techniciens de mesures physiques et/ou des assistants de physique médicale. Les fonctions de ces derniers n'ont pas de définition réglementaire et sont sous la responsabilité des physiciens médicaux.

Les physiciens médicaux ont été reconnus comme professionnels de santé et intégrés dans le livre II du code de la santé publique (professions de la pharmacie et de la physique médicale) par l'ordonnance du 19 janvier 2017. Le décret n°2024-96 relatif aux missions et conditions d'intervention du physicien médical décrit les actes généraux que le physicien médical est habilité à réaliser dans les domaines de radiothérapie externe, l'activité de radiochirurgie mentionnée au 2° de l'article R.6123-100, la curiethérapie, la médecine nucléaire à visée thérapeutique et diagnostique et l'imagerie médicale à visée interventionnelle. Le décret n° 2024-479 définit les modalités d'enregistrement des physiciens médicaux au Répertoire Partagé des Professionnels de Santé (RPPS).

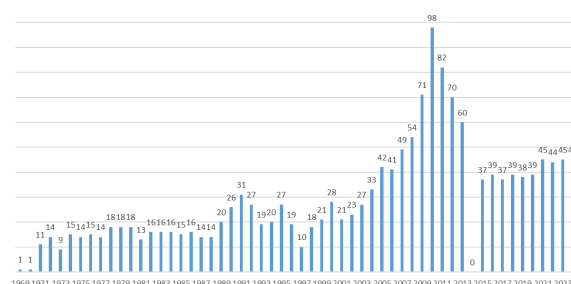
Le référentiel d'activités et de compétences du physicien médical, qui servira de fondement à la définition du référentiel de formation, est en cours de finalisation avec la DGOS. L'arrêté précisant les modalités de la formation, telles que

les conditions d'accès, les compétences à acquérir, les modalités d'évaluation et les conditions de délivrance du diplôme de physicien médical, fera l'objet de travaux avec la DGOS en 2026.

La formation, les activités et le niveau de responsabilités des physiciens médicaux correspondent dans les faits au statut de praticien. Donner le statut de praticien aux physiciens médicaux parachèverait la reconnaissance de la profession et faciliterait l'accès à des postes hospitalo-universitaires spécifiques, qui n'existent pas à l'heure actuelle pour les physiciens médicaux, et qui permettrait de renforcer la recherche en physique médicale pour une meilleure prise en charge des patients.

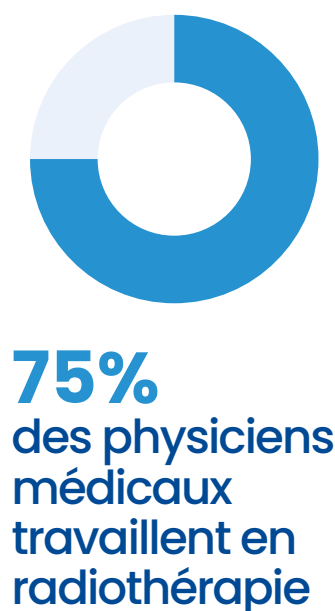
2.2 Démographie

La figure 2 montre l'évolution du nombre de physiciens formés depuis la création du métier.



Effectifs des promotions de formation des physiciens médicaux (source INSTN)

Jusqu'aux années 2000, seulement 20 à 30 physiciens médicaux étaient formés par promotion, entraînant un déficit démographique. Ce n'est qu'à partir de 2007, après les accidents de radiothérapie à Épinal et Toulouse, que les pouvoirs publics ont reconnu l'importance des physiciens médicaux, augmentant les promotions jusqu'à 98 personnes entre 2008 et 2013. Actuellement, les promotions comptent environ 40 diplômés, avec un effectif de 50 prévu pour 2025. L'enquête établissements réalisée par le Conseil National Professionnel des Physiciens Médicaux (CN2PM) sur les effectifs fin 2023 montre que **75% des physiciens médicaux travaillent en radiothérapie**, le reste étant réparti en médecine nucléaire et radiologie / imagerie médicale, où la demande ne cesse de croître. L'observatoire de radiothérapie de



l'INCa (données 2023) comptait 726 ETP en radiothérapie, estimant à 1000 la population totale de physiciens médicaux en établissement de soins.

Bien que ces effectifs augmentent, la France reste dans la fourchette basse européenne. L'étude EU-REST³ place la France parmi les derniers pays en nombre de physiciens médicaux par million d'habitants (figure 3).

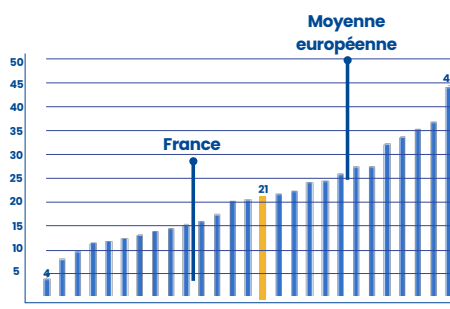


Figure 3 : Nombre de physiciens médicaux par million d'habitants

Selon les recommandations de l'EFOMP⁴ et de l'IAEA⁵, les effectifs de physiciens médicaux en radiothérapie devraient être doublés. L'enquête du CN2PM de fin 2023 montre que la moitié des postes à pourvoir restent vacants malgré l'arrivée des jeunes diplômés, les postes publiés étant probablement inférieurs aux besoins. L'employabilité des jeunes diplômés est excellente, avec 97% trouvant un poste dans les 3 mois suivant leur diplomation.

3. Les manipulateurs d'électroradiologie médicale : un métier essentiel face à une pénurie dramatique

3.1 Le métier

Le manipulateur d'électroradiologie médicale (MERM) est un professionnel de santé régi par le code de santé publique. Conformément à la réglementation, il intervient en imagerie médicale, médecine nucléaire et radiothérapie, sous la responsabilité du médecin de la spé-

cialité concernée, ou d'un physicien médical ou d'un radio pharmacien. Le MERM se distingue parmi les auxiliaires médicaux par une compétence unique en radioprotection en lien avec l'utilisation de rayonnements ionisants à des fins diagnostiques ou thérapeutiques.

Pour exercer, le MERM doit être titulaire d'un Diplôme d'État de MERM ou d'un Diplôme de Technicien Supérieur d'Imagerie Médicale et de Radiologie Thérapeutique. Les compétences développées lors de sa formation (chapitre 8), lui permettent d'assurer la prise en charge des patients traités par radiothérapie dont les actes et activités sont cadrés par le décret n° 2016-1672 du 5 décembre 2016.

Dans le cadre de son activité, le MERM contribue à la préparation de la radiothérapie incluant la fabrication des systèmes d'immobilisation ainsi que l'acquisition des données d'imagerie nécessaires à la préparation des plans de traitement. Il réalise les séances de radiothérapie pouvant comporter une imagerie. Il assure également un rôle primordial dans l'accueil, l'information aux patients, l'identification de leurs besoins notamment lors du Temps d'Accompagnement Soignant (TAS) du dispositif d'annonce de l'Inca, le soutien et la surveillance clinique des patients durant les examens et le traitement. Il contribue également aux programmes d'assurance qualité et de gestion des risques, et peut mener des actions de formations et de recherche. Enfin, le MERM doit adapter sa pratique professionnelle et mettre à jour ses connaissances au regard des évolutions.

La radiothérapie fait face à une grave pénurie de MERM qui s'explique par « l'effet de ciseau entre une augmentation des équipements matériels lourds programmés dans les projets régionaux de

3. Rapport "Analysis on workforce availability, education and training needs for the quality and safety of medical applications involving ionising radiation in the EU" de janvier 2025 <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/dc0dd10d-d879-11ef-be2a-01aa75ed71a1/language-en>

4. EFOMP : European Federation of Organisations for Medical Physics. Policy Statement No. 7.1: The roles, responsibilities and status of the medical physicist including the criteria for the staffing levels in a Medical Physics, 2016, https://efomp.org/uploads/policy_statement_nr_7.1.pdf et de l'IAEA (Staffing in radiotherapy: an activity-based approach, 2015) in radiotherapy: an activity-based approach, 2015

santé, une surestimation du nombre de MEM dans le répertoire ADEL et une diminution du nombre de MEM diplômés annuellement dans les écoles de 2011 à 2019 ». Selon l'Observatoire National de la Radiothérapie (INCa), 2 866,8 ETP MERM exerçaient en radiothérapie en France en 2023, soit 9 % des MERM en exercice. Ce sous-effectif freine l'innovation et le développement des projets de service. Les projections ADEL/INSEE prévoient une croissance insuffisante (+19 % entre 2011 et 2031) face à l'évolution du parc d'accélérateurs (+25,4 % entre 2011 et 2023), sans compter les équipements d'imagerie médicale et de médecine nucléaire. L'attractivité de la radiothérapie pour les étudiants MERM 3^{ème} année demeure particulièrement faible⁵. À cette tension globale s'ajoute une forte hétérogénéité territoriale : l'Île-de-France, qui concentre 18,4 % des effectifs nationaux de MERM, a vu ses effectifs reculer de 1 % en dix ans, avec de fortes disparités internes. Ainsi, Paris affiche une densité très élevée (97,5 pour 100 000 habitants) tandis que des départements périphériques comme la Seine-et-Marne ou le Val-d'Oise présentent des densités beaucoup plus faibles (25,8 et 34,8 respectivement). **Ce contraste illustre les difficultés structurelles de répartition, aggravées par un taux de fuite important (34 %) des diplômés formés en Île-de-France vers d'autres régions.**

Les tensions sont particulièrement marquées en dosimétrie avec seulement 182,6 ETP pour la délinéation et la planification, en baisse ses dernières années au profit de dosimétristes non MERM, et pour le TAS (110 ETP) toujours selon l'Observatoire National de la Radiothérapie (INCa). Or, l'essor de la radiothérapie hypofractionnée, des traitements stéréotaxiques, des traitements adaptatifs, des caméras surfaciques, de la radiothérapie FLASH, de la radiothérapie guidée par la biologie – impose un renforcement des effectifs et des compétences accrues pour garantir sécurité et accessibilité pour les patients.

Une enquête nationale a révélé que les difficultés de recrutement des MERM impactent fortement le fonctionnement des services de radiothérapie. **76% d'entre eux estiment que le nombre de MERM est insuffisant pour mettre en œuvre de nouvelles missions ou délégations de tâches, telles que la délinéation des organes à risque ou la validation des images de positionnement.** Cette même étude fait état

d'un allongement des délais de prise en charge dans 78% des cas et de fermetures de temps machine pour 25% d'entre eux.

Ainsi, dans un contexte de pénurie croissante de MERM, l'accès à la radiothérapie tend à devenir un enjeu majeur de santé publique. Face à cette situation préoccupante, il est impératif de mettre en place une gouvernance dédiée au pilotage de la démographie des MERM tout en déployant des actions concrètes pour renforcer les effectifs des équipes avec des professionnels compétents et indispensables au maintien de la qualité et de la continuité des soins. Ces actions peuvent être temporaire jusqu'à la fin de la pénurie (ex : compétence alternative pour le travail en binôme MERM sur les postes de traitement, autorisation d'exercice partiel pour les diplômés de l'étranger) et durable (valorisation de l'exercice du MERM en radiothérapie versus autres modalités, réingénierie de la formation initiale).

3.3 Évolution professionnelle

3.3.1 Une évolution dictée par plusieurs facteurs

Au-delà des enjeux de santé publiques et économiques déjà cités, il existe des enjeux technologiques (essor de solutions de la télésurveillance et le développement de la radiothérapie hypofractionnée et adaptative) ainsi, et surtout, de graves difficultés de ressources humaines. Dans un contexte de pénurie et de « Grande Démission », la reconnaissance de nouveaux parcours professionnels pour les MERM est un enjeu majeur d'attractivité et de fidélisation.

Deux niveaux d'évolution se dessinent : une spécialisation initiale, suivie par l'accès à une pratique avancée. Cette volonté d'évolution au sein de la profession est confirmée par l'enquête SFRO-SNRO-AFPPE de 2023.

Face à ces enjeux, l'élargissement du champ de pratique des MERM en radiothérapie s'impose avec deux axes stratégiques : la mise en place de protocoles de coopération et le développement de la pratique avancée.

3.3.2 Les protocoles de coopération

Les protocoles de coopération constituent un levier décisif pour intégrer les innovations dans les centres de radiothérapie [HAS, 13 mars 2024]. Leur cadre juridique a été rénové par

la loi du 24 juillet 2019 sur l'organisation et la transformation du système de santé.

Deux types de protocoles de coopération existent :

■ Protocoles nationaux : Déployés à l'échelle du territoire selon des priorités définies par un comité national des coopérations interprofessionnelles (CPAM, HAS, ministères, ARS).

■ Protocoles locaux : Initiés par les professionnels de santé, ils s'intègrent au cadre d'expérimentations régionales instauré par l'article 51 de la loi de financement de la sécurité sociale pour 2018.

Dans les établissements de santé, la validation des protocoles locaux de coopération repose sur une décision du directeur de l'établissement, après avis des instances compétentes et déclaration à l'ARS.

3.3.3 La pratique avancée

Face à l'évolution des besoins en radiothérapie, la formation continue des MERM a pris un essor notable.

Plusieurs parcours existent (détail au chapitre 8) :

■ Formations courtes dans le cadre du DPC avec un besoin de développer les fiches de cadrage des actions DPC ainsi que de développer l'offre de formation

■ Diplômes universitaires (ex. «Pratiques Cliniques en Radiothérapie pour les Manipulateurs»)

■ Master 2 de pratique avancée mention oncologie-hématologie, accueillant des MERM sans toutefois délivrer de diplôme d'état de pratique avancée aux MERM.

Selon l'ESTRO, un praticien avancé exerce hors du champ de pratique standard et démontre une expertise dans un domaine spécifique. Il travaille de manière autonome et joue un rôle moteur dans le développement des services de radiothérapie et la recherche.

Ses missions se concentrent sur quatre axes majeurs :

■ Délinéation des volumes cibles et des organes à risque

■ IGRT et IGART

■ Surveillance clinique des patients et évaluation de la toxicité

■ Amélioration de l'accès à la radiothérapie

Dans ce contexte, la Commission des nouveaux statuts de la SFRO propose la création d'un master de pratique avancée en radiothérapie, avec des enseignements mutualisés avec ceux des infirmiers en pratique avancée (IPA). Cette initiative constitue une étape décisive pour la reconnaissance et l'institutionnalisation de la pratique avancée des MERM en France.

4. Dosimétristes : un métier non reconnu

4.1 Le métier

Le métier de dosimétriste a émergé au début des années 2000 en réponse à l'évolution des techniques de radiothérapie. Sa mission principale consiste à planifier et optimiser les doses de rayonnements ionisants sous la supervision du physicien médical et de l'oncologue radiothérapeute, dans le but de maximiser l'efficacité des traitements tout en protégeant les tissus sains du patient. Bien que leur rôle soit crucial en cancérologie, les dosimétristes restent souvent mal connus et leur statut demeure flou. Actuellement c'est le seul métier dépourvu de reconnaissance réglementaire officielle (rapport IGAS de 2021) qui participe activement à la chaîne de traitement en radiothérapie.

4.2 Démographie

Aujourd'hui, environ la moitié des dosimétristes sont des Manipulateurs en Electroradiologie Médicale (MERM) ayant évolué vers ce métier, l'autre moitié venant de filières scientifiques diverses.

En 2023, environ 490 ETP (observatoire national de la radiothérapie 2024 sur les données 2023 (INCa) ont été recensées en France. Toutefois, l'hétérogénéité des profils et des tâches réalisées par ces professionnels pose un défi en termes d'organisation et de reconnaissance de la profession. Par exemple, certains ne pratiquent que la planimétrie, tandis que d'autres partagent leur activité avec d'autres fonctions, comme la radioprotection ou du contrôle qualité. Ces grandes disparités concernant les tâches, la formation, le statut et les rémunérations des dosimétristes (parfois même au sein d'un même service) ont été révélées par un sondage réalisé en 2023 (« Enquête sur le métier de dosimétriste en radiothérapie en France : état des lieux et perspectives » en cours de publication).

L'évolution du statut des dosimétristes est une priorité, tant pour répondre aux défis technologiques actuels que pour améliorer le recrutement et la formation. Il est essentiel de mettre en place un cadre réglementaire clair, qui définit leurs responsabilités et un socle commun de compétences. Ce cadre permettrait également de mieux évaluer les besoins futurs en personnel qualifié et d'harmoniser les pratiques à travers tout le territoire. Ceci d'autant plus que l'évolution des techniques et des modalités de radiothérapie (notamment augmentation du nombre de traitements en hypofractionnement modéré ou extrême) est un réel bénéfice pour les patients, et toutefois, requiert du temps dosimétriste plus important.

Face à ces défis, il devient impératif de définir réglementairement le métier de dosimétriste, de rédiger un référentiel de compétences intégrant les évolutions technologiques récentes et d'établir des normes de formation et de pra-

tique professionnelle communes. L'objectif est de garantir un niveau de compétence élevé et homogène, tout en répondant aux exigences de qualité et de sécurité des traitements en cancérologie.

Il convient également de garantir l'accessibilité de cette formation à une diversité de profils, qui correspond à l'état actuel de la profession, qu'il s'agisse de titulaires d'un diplôme de MERM ou de professionnels issus de filières plus orientées vers la physique, comme les techniciens en mesures physiques. La mise en place d'un diplôme spécifique pour les dosimétristes, ainsi que la reconnaissance officielle du métier, seraient des avancées essentielles pour structurer et valoriser cette profession qui joue un rôle clé dans le traitement du cancer.

5. Responsables Qualité - gestionnaire des risques

5.1 Le métier

L'arrêté du 22 janvier 2009 a instauré la désignation d'un Responsable Opérationnel de la Qualité et Sécurité de soins (ROQS) pour superviser le système de management de la qualité (SMQ) en radiothérapie. Ce responsable doit posséder les compétences, l'expérience, l'autorité, la responsabilité, le temps et les ressources nécessaires. L'arrêté du 17 mai 2021 a élargi le champ d'application du SMQ pour inclure tout usage thérapeutique des rayonnements ionisants, y compris la radiothérapie interne vectorisée et la radio-embolisation.

Les responsabilités du ROQS incluent la formalisation des pratiques, l'organisation du retour d'expérience (signalement et valorisation des incidents), et la formation/ sensibilisation des équipes sur la qualité et la gestion des risques, établissant les bases du SMQ et promouvant une culture qualité/ risques. Avec le temps, le rôle du

ROQS évolue pour inclure la gestion de l'information documentée, le pilotage de la gestion des risques, et la formation régulière sur les risques. Le ROQS devient un acteur clé de la sécurité et de la radioprotection, coordonnant les inspections ASNR, contribuant aux démarches d'autorisation, et participant à l'accréditation HAS. Il soutient également le processus d'habilitation du personnel introduit par l'arrêté de 2021.

Depuis 2009, les établissements ont progressivement pourvu des postes de ROQS dédiés aux services de radiothérapie. Les ROQS ont démontré leur rôle central dans la qualité et la sécurité des soins. Le rapport 2023 de l'ASNR souligne l'importance de SMQ robustes et les défis persistants dans leur mise en œuvre. Il met en garde contre le risque de stagnation ou de régression de la qualité et sécurité des soins si les moyens ou l'autorité du ROQS sont insuffisants.

Le ROQS joue un rôle de management transversal et de facilitateur, coordonnant équipes, services et ressources (mises à sa disposition ponctuellement) pour atteindre les objectifs efficacement. Il est garant du maintien d'autonomie et indépendance pour garder une perspective neutre et objective sur les différentes dynamiques de travail et d'organisation, essentiel pour gagner la confiance des équipes et éviter les éventuelles pressions. Souvent isolé professionnellement, le ROQS bénéficie du soutien de l'Association Française Qualité et Sécurité des soins en Radiothérapie (AFQSR), créée en 2013 pour partager et harmoniser les pratiques et rompre l'isolement. L'AFQSR a également établi une charte de déontologie, centrée sur le patient, les relations avec la direction, les autorités et les équipes multidisciplinaires.

Une enquête de l'AFQSR en 2023 montre que le rôle du ROQS est essentiel à la démarche qualité/sécurité, bien que de manière hétérogène dans les centres de radiothérapie. L'enquête souligne la nécessité de mieux définir le positionnement hiérarchique et l'autorité du ROQS pour éviter les confusions et permettre le plein exercice de la fonction. Le temps et les ressources alloués doivent être adaptés, car la qualité et la gestion des risques sont souvent perçues comme des activités complémentaires plutôt qu'intégrées à la clinique.



5.2 Démographie

L'Observatoire National de Radiothérapie 2024 rapporte 85,1 ETP ROQS/qualiticien (en hausse de 6% par rapport à 2022) sur 165 services. Le ROQS partage souvent son activité entre plusieurs services, avec un temps partiel dédié à la radiothérapie. Une enquête de l'AFQSR en 2023 estime à 0,6 l'ETP moyen ROQS par service de radiothérapie, une progression de 50% par rapport à 2011. Cependant, les décisions 2019-DC-660 et 2021-DC-708 de l'ASN ont élargi le périmètre du ROQS à l'imagerie et à la médecine nucléaire, augmentant la charge de travail et potentiellement dégradant les conditions de travail en raison du manque de temps pour les démarches qualité.

Les ROQS sont issus de formation diverses. Les données 2023 montrent que :

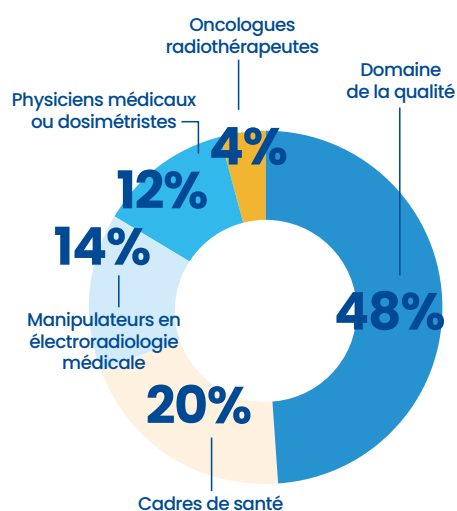
- **48%** des ROQS sont formés dans le domaine de la qualité (niveau master 1 ou 2)
- **20%** sont des cadres de santé
- **14%** sont des manipulateurs en électroradiologie médicale
- **12%** sont des médecins ou dosimétristes
- **4%** sont des oncologues radiothérapeutes

La diversité des formations et des profils montre que le rôle de ROQS nécessite des connaissances cliniques et techniques, une expertise en méthodologie qualité/gestion des risques, et des compétences non techniques (communication, compréhension des professions et des facteurs humains). Cela souligne la nature interdisciplinaire et complexe du rôle, posant plusieurs défis. Il est nécessaire de former les personnes issues de la filière qualité/gestion des risques à la radiothérapie, généralement assuré par les professionnels des services. Inversement, les person-

nels soignants doivent être formés à la qualité, souvent par des organismes externes. Les professionnels des services nommés ROQS ont souvent une activité clinique qui prime sur le temps qualité, avec des ressources limitées pour la formation à la qualité/gestion des risques. Le management de la qualité en radiothérapie reste souvent une responsabilité à temps partiel, limitant l'efficacité des initiatives qualité/sécurité.

Le financement initial des postes de ROQS en 2010 par le ministère de la santé n'a pas été prise en compte lors du calcul de la rémunération des actes de radiothérapie, créant une instabilité et des disparités dans les ressources dédiées au management de la qualité. Un financement limité restreint la capacité des services à embaucher des ROQS dédiés ou à allouer suffisamment de temps au personnel existant. Le manque de financement constant pour les ROQS menace la pérennité et l'efficacité des efforts d'assurance qualité en radiothérapie, pouvant compromettre la sécurité des patients à long terme.

Répartition des formations des ROQS



6. Métiers “transversaux” autres

Sous ce terme, on englobe des professionnels qui ne sont pas spécifiques à la radiothérapie, mais qui n’en tiennent pas moins un rôle important dans l’organisation des services et la prise en charge des patients. Ils comprennent des secrétaires, des hôtesse d’accueil, des agents techniques mais aussi d’autres professionnels soignants :

Psychologues qui interviennent dans le soutien des patients en oncologie et ont également leur place dans les services de radiothérapie (cf. chapitre 7) ;

Diététiciens qui apportent une aide aux patients dénutris ou ayant des difficultés d’alimentation en cours de radiothérapie du fait des effets secondaires muqueux (cancers des VADS, du poumon, de l’œsophage, ...) ;

Assistants sociales ;

Chirurgiens-dentistes ou médecins stomatologues qui apportent les soins dentaires nécessaires en cas d’irradiation des VADS ;

IDEC (Infirmier Diplômé d’État de Coordination) ;

Infirmier(ère)s présent(e)s dans certains services (information des patients, soins) ;

Infirmier(ère)s en pratiques avancées.

D’autres personnels techniques (techniciens de mesures physiques, ingénieurs biomédicaux) sont plus spécifiquement en charge de la maintenance des équipements.

Les informaticiens tiennent également une place croissante dans l’organisation des services (cf. chapitre 4). Les centres qui en sont dépourvus sont dépendants de prestataires externes et le moindre dysfonctionnement informatique génère alors des retards et des délais préjudiciables aux patients.

Recommandations

I Recommandation 1

Oncologues radiothérapeutes :

Renforcer la démographie des oncologues radiothérapeutes et adapter les besoins médicaux selon les recommandations du consortium EU-REST compte-tenu de la nécessité du temps médical requis par les nouvelles techniques de radiothérapie.

I Recommandation 2

Physiciens médicaux :

Créer une filière hospitalo-universitaire en physique médicale afin de renforcer la recherche dans ce domaine pour une meilleure prise en charge des patients.

I Recommandation 3

Augmenter le nombre de physiciens formés pour atteindre à minima la moyenne européenne.

I Recommandation 4

Manipulateurs en électroradiologie médicale :

Renforcer les effectifs avec des professionnels compétents pour maintenir la qualité et la continuité des soins.

I Recommandation 5

Mise en place d’une gouvernance dédiée au pilotage de la démographie des MERM tout en déployant des actions concrètes pour renforcer les effectifs des équipes avec des professionnels compétents et indispensables au maintien de la qualité et de la continuité des soins.

I Recommandation 6

Mise en place d’une gouvernance dédiée au pilotage de la démographie des MERM tout en déployant des actions concrètes pour renforcer les effectifs des équipes avec des professionnels compétents et indispensables au maintien de la qualité et de la continuité des soins.

I Recommandation 7

Dosimétristes :

Définir règlementairement le métier de dosimétriste, rédiger un référentiel de compétences intégrant les évolutions technologiques récentes et établir des normes de formation et de pratique professionnelle communes.

I Recommandation 8

Responsables Qualité – gestionnaire des risques :

Préciser le rôle du responsable qualité, accroître la reconnaissance et l’autonomisation de son rôle au sein des hiérarchies des services de radiothérapie ; intégrer le financement de cette fonction dans le remboursement des actes de radiothérapie.

I Recommandation 9

Standardiser la formation et les qualifications des ROQS en radiothérapie pour assurer un niveau d’expertise constant.

3

Inégalités d'accès aux soins

La radiothérapie est un pilier essentiel du traitement du cancer. Pourtant, malgré des avancées technologiques notables et des professionnels de santé fortement engagés dans l'amélioration des pratiques, l'accès à la radiothérapie reste inégal sur le territoire français. La répartition des centres de radiothérapie sur le territoire français demeure hétérogène, qu'ils relèvent du secteur public, privé, des Centres de Lutte Contre le Cancer (CLCC) ou ESPIC. Si les grandes métropoles bénéficient d'un maillage relativement dense, de nombreuses zones rurales ou périurbaines font face à une offre insuffisante, contraignant les patients à des déplacements longs et coûteux. Pourtant, plus d'un patient sur deux aura recours à la radiothérapie au cours de son parcours de soins en cancérologie. Garantir un accès équitable à cette modalité thérapeutique constitue dès lors un enjeu majeur de santé publique.

Ce chapitre propose un état des lieux des disparités persistantes et identifie des leviers d'action concrets pour garantir une prise en charge équitable sur tout le territoire.

1. Un accès hétérogène aux différentes techniques

Au cours de la dernière décennie, les centres de radiothérapie français ont su se doter de techniques de pointe. Ainsi, la radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité (RCMI) s'est imposée en France comme la technique

de référence en radiothérapie externe. Selon les données de l'INCa (Institut National du Cancer), la proportion de patients traités par RCMI est passée de moins de 20% en 2013 à plus de 60% en 2023. De la même manière, l'accès à la stéréotaxie s'est nettement développé. Si à peine 1000 patients avaient reçu un traitement en conditions stéréotaxiques (hors localisations intra-crâniennes) en 2012, ils étaient plus de 26000 en 2023.

Cependant, certaines techniques restent sous-utilisées ou concentrées dans quelques centres spécialisés.

■ **La curiethérapie** voit son recours diminuer malgré une efficacité démontrée du fait d'une réduction du nombre de centres, d'une moindre disponibilité des blocs opératoires, d'un manque de personnel formé et d'une absence de revalorisation depuis de nombreuses années rendant aujourd'hui son coût supérieur à sa rémunération. Seuls 54 centres en France parmi les 169 centres actifs déclarent pratiquer cette technique en 2023 (36 en CHU ou CLCC) contre 80 en 2013. Ces situations ont entraîné une augmentation inexorable des délais de traitements.

■ De la même manière, **la protonthérapie**, technologie de précision pouvant apporter un gain non négligeable dans certaines tumeurs complexes et en pédiatrie, n'est accessible que dans trois centres en France (Orsay, Nice, Caen). Malgré

une nette augmentation du nombre de patients traités entre 2013 et 2023 (de moins de 800 patients par an environ à plus de 1300), l'offre reste très largement insuffisante pour répondre à la demande croissante et à l'évolution potentielle des futures localisations.

Ces exemples illustrent les inégalités d'accès aux techniques les plus innovantes au détriment des patients résidant à distance des grandes zones hospitalo-universitaires.

2. Une exigence de qualité, de sécurité et d'homogénéisation des pratiques

La radiothérapie française dispose d'une base solide en matière de formation et d'encadrement des pratiques. Au quotidien, les Réunions de Concertation Pluridisciplinaire (RCP), obligatoires dans la prise en charge en cancérologie, garantissent la pertinence et la qualité des décisions thérapeutiques. En parallèle, la radiothérapie est une spécialité soumise à un encadrement réglementaire particulièrement exigeant. L'Autorité de Sûreté Nucléaire et de Radioprotection (ASNR) impose des normes de sécurité strictes et veille à leur application sur l'ensemble du territoire. À cela s'ajoutent les audits par les pairs, déployés progressivement par le CNP en radiothérapie dans une dynamique nationale, qui constituent un levier précieux pour renforcer la culture qualité, harmoniser les pratiques et favoriser l'amélioration continue au sein des équipes.

Le déploiement des habilitations a contribué à renforcer la sécurité des prises en charge en s'assurant que seules les personnes formées et compétentes réalisent les actes spécifiques. Ce dispositif participe également à l'harmonisation des pratiques professionnelles et répond aux exigences réglementaires en matière de qualité et de traçabilité des compétences. Chaque année, plusieurs événements scientifiques majeurs contribuent à l'actualisation des compétences en radiothérapie : le congrès et des webinaires de la SFRO, les formations délivrées par l'Association de Formation Continue en Oncologie Radiothérapie (AFCOR) pour les médecins, le congrès de la Société Française de Physique Médicale (SFPM) pour les physiciens médicaux, ainsi que les Journées nationales du manipulateur en électroradiologie médicale en radiothérapie, organisées par l'Association Française du Personnel Paramédical

en Electroradiologie (AFPPE). Ces rendez-vous permettent à l'ensemble des professionnels de maintenir un haut niveau d'expertise et de suivre l'évolution des pratiques.

Les internes bénéficient d'un cursus structuré sur 5 ans au cours duquel par l'intermédiaire de la Société Française des Jeunes Radiothérapeutes Oncologues (SFJRO), société gérée et organisée par les internes eux-mêmes, les oncologues radiothérapeutes en exercice, universitaires ou non, animent des cours permettant une formation homogène et complète à tous les étudiants français. Parallèlement des cours sont aussi organisés à l'échelle des villes et des régions.

Tous ces éléments nécessitent un investissement humain important qui permet de délivrer des soins de qualité équivalente quel que soit le lieu de prise en charge.

3. Évolution vers la pratique avancée : un levier pour l'accessibilité aux soins

Dans un contexte marqué par une pénurie persistante de professionnels qualifiés en radiothérapie, l'évolution des manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) vers des fonctions de pratique avancée apparaît comme une réponse structurante aux enjeux d'attractivité dans cette spécialité, d'accessibilité et de qualité des soins (cf. chapitre 2). Le développement de ces compétences avancées permettrait également de pallier les tensions sur le nombre de patients à prendre en charge en assurant une continuité d'activité dans les structures sous-dotées, tout en réduisant les délais de prise en charge. Il s'agit également d'un levier de reconnaissance professionnelle, susceptible de renforcer l'attractivité du métier dans un contexte où la radiothérapie est souvent perçue comme particulièrement exigeante sur le plan psychologique.

Conscients de ces enjeux, plusieurs organisations professionnelles se sont mobilisées à l'initiative de la SFRO : une commission inter-sociétés dédiée à la valorisation des statuts a été constituée comprenant la SFRO, du SNRO, de la SFPM et de l'AFPPE. Son objectif est de faire émerger un cadre partagé pour l'évolution des pratiques, en cohérence avec les exigences réglementaires et les besoins du terrain.

4. Enjeux financiers : conjuguer innovation et égalité d'accès aux soins

La radiothérapie est une spécialité à haute technicité, reposant sur un plateau lourd nécessitant des investissements considérables et des compétences humaines spécialisées. Les équipements essentiels (accélérateurs de particules, scanners, logiciels de planification et de contrôle) sont à la fois coûteux, complexes à maintenir, et soumis à un cycle de renouvellement rapide (environ tous les dix ans). À cela s'ajoutent des coûts énergétiques en constante augmentation, ainsi que la nécessité de maintenir des effectifs qualifiés pour assurer la sécurité et la qualité des soins.

Dans ce contexte, la maîtrise des dépenses de santé, bien qu'indispensable, exerce une pression directe sur le financement des structures. La complexification croissante des actes techniques en radiothérapie n'a pas été accompagnée d'une tarification adaptée, quel que soit le secteur d'activité concerné. Une réforme de la nomenclature est annoncée pour le 1er octobre 2025, d'après l'article 45 de la loi de financement de la sécurité sociale pour 2025, avec une transition vers une tarification au forfait. Toutefois, en l'absence de garanties sur la pérennité de cette réforme, de nombreuses incertitudes demeurent quant à sa capacité à soutenir réellement l'innovation. Ces tensions budgétaires, si elles persistent, pourraient freiner les investissements nécessaires au maintien d'un haut niveau technologique, avec un impact direct sur la qualité et la sécurité des soins offerts pour l'ensemble des patients. Elles pourraient aussi avoir un impact majeur sur la recherche et l'innovation. Dans ce cadre, le maintien de la prise en charge à 100% des soins et des transports (ALD 30) constitue un levier essentiel d'équité sociale, en particulier pour les populations les plus vulnérables ou éloignées des centres de soins. Il est donc crucial de préserver ce socle de solidarité, sans lequel l'égalité d'accès aux innovations thérapeutiques ne saurait être garantie.

La radiothérapie française a su relever le défi de l'innovation technologique et de la sécurité des soins. Aujourd'hui, dans le cadre d'une politique de réduction des coûts et des dépenses de l'Assurance-Maladie, il apparaît nécessaire, voire obligatoire, d'aborder ce concept

de « maîtrise médicalisée des dépenses de radiothérapie » en co-construction avec les décideurs politiques afin de parvenir à garantir à la fois l'accès pérenne des patients à la radiothérapie et notamment aux innovations, à maintenir une qualité et une sécurité maximales, ainsi que la soutenabilité financière à la fois pour le système de santé et pour les établissements de santé.

Recommandations

Recommandation 1

Garantir un accès équitable aux différentes techniques innovantes de radiothérapie sur tout le territoire français.

Recommandation 2

Poursuivre l'exigence de qualité, de sécurité et d'homogénéisation des pratiques par les différents dispositifs mis en place par les sociétés savantes et organismes professionnels.



4

Qualité et gestion des risques au prix d'un fort investissement humain et financier

Un long chemin en gestion des risques a été parcouru depuis les accidents de radiothérapie dans les années 2000 qui ont mis en lumière l'impérieuse nécessité de développer les règles élémentaires d'assurance de la qualité pour la sécurité des soins. La décision ASN n°2008-DC-0103 du 1^{er} juillet 2008 fixant les obligations d'assurance de la qualité en radiothérapie est venue encadrer ce développement ; elle a été révisée en 2021⁷ pour prendre davantage en compte les évolutions techniques et organisationnelles dont les prestations externes, tout en réaffirmant l'enjeu clé qu'est la formation des personnels (habilitation au poste de travail).

Si les principaux fondamentaux de la qualité et de la sécurité sont aujourd'hui en place et les démarches de gestion des risques désormais jugées matures, la qualité et la sécurité ne peuvent jamais pour autant être considérées comme acquises. En témoignent ces dernières années, la répétition d'erreurs de cibles (en particulier erreur de latéralité, délinéation ou de positionnement), d'étalonnage ou encore d'erreurs survenues dans un contexte de multiplication des indications de traitements fortement hypofractionnés et/ou simultanés de plusieurs localisations ainsi que de ré-irradiations, avec de plus en plus de patients qui bénéficie-

ront de plusieurs radiothérapies au cours de leur vie. Cela souligne la nécessité, d'une part, de mener des analyses approfondies des causes, notamment identifier les causes contextuelles et organisationnelles et définir des mesures préventives et correctives plus macroscopiques et, d'autre part, d'évaluer régulièrement les barrières mises en place et d'actualiser les analyses de risque a priori, sur la base du retour d'expérience local et national.

Par ailleurs, des difficultés pour s'approprier les démarches de gestion des risques et les faire vivre dans la durée ont été identifiées avec un essoufflement des comités de retour d'expérience et une insuffisante utilité des cartographies pour prévenir les risques. Le séminaire du 15 mars 2023⁸ « démarche qualité-sécurité en radiothérapie : quels enseignements après plus de 15 ans de mises en œuvre ? » a permis de partager les difficultés, d'identifier des bonnes pratiques ainsi que les défis à relever. Parmi les principaux défis figurent la sur-procéduralisation en réponse aux démarches de gestion des risques (prolifération des référentiels, règles, barrières de sécurité humaines). Des voies existent pour limiter l'inflation du prescrit, par exemple, une meilleure considération de la sécurité gérée et des efforts d'articulation entre la sécurité réglée et la sécurité gérée,

7. Décision n° 2021-DC-0708 de l'ASN du 6 avril 2021

8. Séminaire des acteurs de la radiothérapie du 15 mars 2023 à Montrouge - 18/04/2023 - ASN

l'opérationnalisation des démarches d'analyse de risque a priori, l'amélioration de l'implication des instances dirigeantes dans ces démarches et leur articulation avec les acteurs opérationnels. Quelles que soient les organisations retenues pour la gestion de la qualité et de la sécurité, il apparaît nécessaire de mettre en place des espaces d'échanges permettant de discuter le travail réel, les situations de travail et les conditions de travail qui le facilite ou l'empêche, qui sont susceptibles de générer des risques pour les patients et les professionnels. Ces espaces d'échanges seront notamment l'occasion de mettre en cohérence les exigences multiples et simultanées des dirigeants (liées à la logique gestionnaire) et les besoins du terrain.

Enfin, il est important d'anticiper en permanence le futur car les innovations technologiques, particulièrement dynamiques ces dernières années, peuvent rendre les règles de sécurité inadaptées ou obsolètes. Ainsi, la digitalisation ouvre la voie à de nouvelles vulnérabilités au travers des risques d'attaques cyber. C'est également le cas des systèmes d'IA qui, s'ils constituent un levier pour faire face aux enjeux du système de santé et promettent des avancées significatives au bénéfice du patient et des professionnels, posent des défis techniques, humains et organisationnels : leur intégration dans les pratiques et les organisations doit être évaluée. Le perfectionnement continu des techniques de radiothérapie et la possibilité d'innovations radicales comme la flash-thérapie appellent autant à l'espoir qu'à une nécessaire vigilance.

Le présent livre blanc doit permettre d'engager un nouveau cycle de progrès pour la sécurité des soins, en tirant parti du retour d'expérience et du diagnostic qui peut être fait du dispositif actuel, et en anticipant les évolutions et les innovations à venir dans les services et dans les techniques de traitement. L'agence de sécurité nucléaire et de radioprotection (ASNR), en relation avec les acteurs de la radiothérapie et particulièrement la SFRO, salue et encourage les efforts et les initiatives que ce livre blanc suscitera dans la profession : la mise en responsabilité des acteurs reste, comme dans tout système de contrôle, le levier le plus puissant pour assurer le progrès continu de la radioprotection.

ÉTAT DES PRATIQUES EN 2025

1. Les Comités de Retour d'Expérience (CREX), pierre angulaire de la gestion des risques en radiothérapie

Constat

En 2025, les CREX demeurent la pierre angulaire du management de la qualité et de la sécurité en radiothérapie. Ces comités pluridisciplinaires examinent collégialement les événements indésirables (presque-accidents, incidents, accidents) déclarés dans chaque centre afin d'en tirer des actions d'amélioration concrètes pour optimiser les soins. Ces incidents mineurs alimentent des analyses de risques a priori (type AMDEC, EPECT) indispensables avant le déploiement de nouvelles techniques ou de nouvelles organisations. Malgré leur généralisation, le fonctionnement des CREX reste perfectible. Les analyses se limitent trop souvent aux causes immédiates (erreurs humaines) et à une reconstitution factuelle sans prise de recul stratégique (effets des logiques gestionnaires sur les situations de travail). Les plans d'actions qui en découlent ont ainsi une portée limitée. De plus, la mobilisation des équipes est inégale, freinée par le manque de temps, de reconnaissance institutionnelle et de méthodes partagées. La capacité des équipes de soins à peser sur la gestion des services de radiothérapie devrait idéalement être renforcée par un accès direct des Qualiticien(ne)s à la Direction des établissements de Santé et/ou des cabinets libéraux.

Propositions

- **Faire évoluer les CREX** vers des outils d'aide à la décision stratégique : prioriser les événements à fort enjeu et structurer les analyses
- **Professionaliser d'avantage la démarche** : former les équipes aux outils d'analyse systémique (ex. : ALARM, ORION) et désigner des référents CREX dotés d'un mandat clair
- **Associer les directions des établissements** dans la validation et le suivi des actions, pour garantir leur mise en œuvre et leur efficacité à moyen terme
- **Sanctuariser le temps dédié au CREX** dans l'organisation du travail et intégrer leurs résultats aux démarches qualité certifiantes.

2. Audits par les pairs en cours de réalisation sur tout le territoire national

Constat

La SFRO, en collaboration avec la SFPM, l'AFPPE et l'AFQSR, a mis au point un système national d'audit par les pairs, rendu obligatoire par les autorités de tutelle conformément à la directive EURATOM 2013. Lancé en 2024 sur la base du questionnaire QUATRO, ce programme permet à un trio d'auditeurs formés (un médecin, un physicien et un MERM) d'évaluer des centres volontaires, et doit être étendu à tous les centres de radiothérapie. Cet audit passe en revue les pratiques et les procédures visant ainsi à améliorer la pertinence, la qualité, la sécurité et le résultat des soins administrés au patient. Complémentaire aux inspections de l'autorité de sûreté nucléaire, il étend l'évaluation à la pertinence des soins (la bonne indication de l'acte de radiothérapie avec la technique appropriée), l'information du patient, et la maîtrise des interfaces avec les autres services impliqués dans la prise en charge du patient. À l'issue de la visite, un rapport d'audit synthétique, confidentiel et pragmatique est remis à la direction du centre, soulignant les points forts et suggérant des actions d'amélioration. Coordonnée par le CNP-Oncologie, cette démarche ambitieuse vise à auditer l'ensemble des centres français en sept ans, afin que chacun prenne conscience de ses forces et corrige ses faiblesses.

Au-delà des pratiques cliniques et techniques, ces audits ouvrent la réflexion globale des équipes de soins sur la performance des services de radiothérapie et abordent des enjeux essentiels tels que l'efficacité, la coordination du parcours de soins, la qualité de vie au travail et la soutenabilité économique du plateau technique qui impactent directement la qualité des soins. Dans l'avenir, l'évolution naturelle de ces audits dans leurs itérations futures devraient ainsi amener à une réflexion managériale et à des décisions amenant sur le terrain à une amélioration significative de la prise en charge et de la satisfaction de nos patients en Radiothérapie.

Propositions

■ Étendre les audits à une vision managériale et systémique : intégrer des indicateurs opérationnels, logistiques, médico-économiques,

mais aussi de satisfactions (patients et soignants)

■ **Former les auditeurs** à cette approche multidimensionnelle et développer des outils adaptés, en lien avec les sociétés savantes et les autorités de santé

■ **Faire des audits un levier de transformation organisationnelle** en partageant les résultats avec la gouvernance des établissements et en construisant des plans d'action intégrés et les suivre dans la durée

■ **Impliquer les professionnels** dans une dynamique apprenante, valorisante et non culpabilisante, où l'audit devient un outil de progrès collectif.

3. Facteur humain et maintien des effectifs paramédicaux

Constat

Ces dernières années, la radiothérapie est confrontée à un turn-over élevé des personnels paramédicaux et à une pénurie persistante de manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) du fait d'une forte concurrence sur le marché de l'Emploi. Notamment, les établissements de santé basant la rémunération de leurs personnels sur une Convention collective peinent à s'aligner sur les montants des salaires proposés au MERM en Imagerie Médicale dans le secteur privé. Le roulement important des effectifs compromet la capitalisation de l'expérience au sein des équipes et fragilise le tutorat des nouveaux arrivants. Or, les MERM jouent un rôle clé dans la sécurisation des soins et l'amélioration continue de la qualité des traitements. Les erreurs humaines sont trop souvent considérées comme la cause d'événements indésirables en radiothérapie. Pourtant, elles sont généralement la conséquence de contraintes gestionnaires, de logiques et d'enjeux contradictoires, de la conception des systèmes, de défaillances organisationnelles, de conditions opérationnelles dégradées, de formations inadaptées ou insuffisantes. Les erreurs humaines doivent être considérées comme des conséquences et non des causes d'événements indésirables selon l'Institut pour une Culture de Sécurité Industrielle (ICSI, 2014). C'est pourquoi la survenue d'un événement doit conduire à analyser ses causes profondes, notamment les facteurs managériaux, organisationnels, contextuels et humains y ayant contribué. Par exemple, l'inattention potentielle d'un professionnel peut être liée aux activités

de routine, à la fatigue, au stress pouvant être générés par une certaine surcharge de travail ou des contraintes temporelles inadéquates. La mauvaise compréhension d'un protocole ou d'une situation peut être due à l'absence d'information ou à des problèmes de communication entre professionnels ou intervenants extérieurs également. Tous ces facteurs génériques peuvent compromettre la qualité et la sécurité des soins si on ne les prend pas en compte activement.

Propositions

- **Standardiser et formaliser les procédures**, offrir des formations adaptées, utiliser des check-lists pour les étapes clés, mettre en place des outils de communication efficaces pour les transmissions entre les professionnels
- **Organiser les espaces** de travail et optimiser l'ergonomie
- **Adopter des méthodes** de travail prenant en compte les limites humaines.

4. Développement des procédures d'habilitation des personnels

Constat : L'habilitation des personnels, dans chaque domaine de compétence, est un élément clé pour garantir la sécurité des patients et la qualité des traitements. Il s'agit de s'assurer – et de reconnaître officiellement – qu'une personne est capable d'exercer une fonction spécifique, grâce à un processus associant évaluation des compétences, formation adéquate et vérifications régulières. Mettre en place de telles habilitations requiert du temps et des ressources, car il faut accompagner le personnel, former et développer les compétences clés qui garantiront la sécurité des traitements. Le développement de la simulation en santé est un levier crucial pour améliorer la qualité de la formation des professionnels. En recréant des situations de soins réalistes dans un environnement sécurisé, la simulation prépare les soignants à faire face à des situations concrètes, à anticiper les risques et à optimiser la prise en charge des patients. Elle permet de confronter les savoir-faire en conditions contrôlées et d'ancrer les bonnes pratiques. La simulation contribue à la fois au respect des normes de prise en charge (sécurité réglée) et au développement de capacités d'adaptation acceptables dans des situations dégradées ou imprévues (sécurité gérée). Cette dualité permet d'assurer une qualité de soin constante et une

sécurité maximale pour les patients comme pour les professionnels.

Propositions

- Développer les systèmes d'habilitation des personnels, qu'ils soient expérimentés (appropriation de nouvelles techniques) ou inexpérimentés (compagnonnage à l'arrivée dans le service, présentation des procédures de travail)
- Organiser des espaces de discussion pour favoriser des débats sur les pratiques acceptables et fiables en s'appuyant sur une pluralité de sources normatives
- Développer les capacités à anticiper, percevoir, s'adapter en permanence pour que le système puisse fonctionner et assurer ses missions dans des conditions non nominales ou imprévues.

5. Gestion du changement pour l'appropriation des nouvelles techniques

Constat

La révision de la décision de l'ASNR en 2021 a introduit la notion de conduite du changement dans le système de gestion de la qualité, que ce soit pour l'introduction d'une nouvelle technique, d'une nouvelle organisation ou d'un nouvel équipement. Il est impératif de gérer de manière anticipée et structurée toute modification planifiée dans un service de radiothérapie afin de garantir la qualité et la sécurité des soins délivrés aux patients. L'ASNR recommande une approche de gestion de projet incluant une analyse de risque prospective. Un guide publié en 2021 par l'IRSN fournit d'ailleurs un appui méthodologique aux équipes pour l'appropriation d'un changement (Guide pour l'appropriation d'un changement technique ou matériel en radiothérapie). Concrètement, l'objectif est d'anticiper les difficultés et les besoins liés au changement et de définir à l'avance les barrières de sécurité nécessaires.

Des méthodes d'analyse de risques comme l'AMDEC ou l'EPECT doivent être mobilisées, puis les changements réalisés de façon progressive dans des conditions contrôlées, avec un retour d'information continu et des ajustements basés sur l'expérience de l'équipe. En effet, les modifications organisationnelles ou techniques non préparées peuvent engendrer des risques importants si elles ne sont pas étudiées en

amont. D'où la nécessité de structurer les projets de changement selon une méthodologie rigoureuse, bien qu'elle soit consommatrice de temps et de ressources humaines. Il serait également judicieux d'associer les partenaires industriels (fournisseurs de machines, logiciels, dispositifs médicaux...) à cette démarche, en les invitant à contribuer à l'analyse de risques lors de l'introduction de leurs dispositifs et à fournir des analyses des risques plus adaptées comme prévu d'ailleurs par l'art. L1333-25 du CSP1.

Propositions

Structurer et anticiper les projets de changement ou d'implémentation des techniques de traitement tout en veillant à garantir les ressources matérielles et humaines pour faciliter et sécuriser ces changements

Inciter les partenaires industriels du monde de la Radiothérapie à s'impliquer dans les analyses des risques pour les patients concernant leurs dispositifs médicaux.

6. Actions d'amélioration de la qualité des soins

Constat

Les dispositifs de sécurisation des soins en radiothérapie (analyses de risques a priori, retour d'expérience, audits par les pairs, évaluations de pratiques, etc.) permettent d'identifier de multiples actions d'amélioration. Toutefois, appliquer un plan d'actions ne suffit pas : il faut s'assurer de l'efficacité réelle de ces mesures. La littérature classe les actions selon leur impact durable sur l'organisation. Le principe de base est que les actions les plus robustes sont celles qui dépendent le moins de l'intervention humaine. En pratique, ces actions « robustes » visent à minimiser le facteur humain dans les étapes critiques d'une tâche – par exemple en installant des barrières physiques, en supprimant les possibilités de mauvais choix ou en rendant l'exécution indépendante de l'opérateur. D'autres mesures, intermédiaires, réduisent le risque d'erreur humaine sans l'éliminer totalement (check-lists, instructions de travail claires, procédures standardisées, aides cognitives, etc.).

Paradoxalement, malgré le fait qu'il s'agisse d'une intervention humaine archétypique, l'instauration d'un changement culturel et organisationnel profond, avec un engagement fort de

la direction, constitue également une action robuste car elle s'intègre durablement dans l'ADN du service.

Ici le défi est que ces actions structurelles (modifications techniques ou organisationnelles) posent des enjeux de faisabilité. Elles nécessitent une collaboration étroite avec les fournisseurs d'équipements et de logiciels, qui ne sont pas toujours disposés à adapter leurs produits, ainsi que des ressources financières conséquentes. De plus, il faut veiller au maintien de leur efficacité dans le temps. Des actions imposant de nouvelles contraintes opérationnelles requièrent un accompagnement continu des équipes afin d'assurer une pleine adhésion et d'éviter un contournement inopportun ou une dérive des pratiques. L'établissement doit aussi vérifier régulièrement la robustesse de son organisation face à la rareté et à la complexité de certains incidents. À cet égard, la mise en situation par simulation est une approche précieuse. Elle demande des compétences spécifiques de la part du responsable qualité/risques (pour concevoir des scénarios d'incidents crédibles et animer les ateliers) et du temps dédié, à l'image de l'aviation civile qui impose un entraînement périodique de ses équipages sur simulateur.

Propositions

Choisir et financer des actions robustes et durables en privilégiant les mesures techniques et organisationnelles qui réduisent la dépendance au facteur humain tout en assurant la faisabilité de ces actions, leur suivi dans le temps et leur adoption par les équipes de Soins

Développer la simulation en santé pour assurer la qualité des formations des personnels de Santé.

7. Contrôle-qualité en physique médicale

Constat

La radiothérapie a connu ces dernières années une amélioration notable de ses processus de contrôle qualité en physique médicale. L'actualisation des textes réglementaires et la généralisation d'audits externes dédiés au contrôle qualité ont renforcé la sécurité des traitements. Parallèlement, les dispositifs médicaux actuels sont plus fiables qu'auparavant, beaucoup étant pré-paramétrés en usine. Cependant, certaines étapes critiques – notamment le paramétrage initial et les calibrations périodiques

des équipements – nécessitent encore une intervention humaine. Ces interventions influent directement sur la dose délivrée et demeurent donc des sources potentielles d'erreur. Depuis 2021, la réglementation impose d'encadrer ces actes par des procédures et instructions écrites. Par ailleurs, l'évolution rapide des technologies et des techniques d'irradiation dépasse parfois la capacité d'adaptation du cadre réglementaire. La multiplication des systèmes (logiciels, matériels) interconnectés en radiothérapie crée autant d'interfaces qu'il faut maîtriser pour garantir la sécurité des soins.

Propositions

I Identifier les tâches à fort enjeu dosimétrique et les intégrer dans le système d'habilitation des personnels

I Définir un contrôle de qualité pertinent en se basant sur la réglementation, la littérature scientifique, les recommandations des constructeurs et l'expérience des autres utilisateurs tout en adaptant et détaillant la gestion documentaire le décrivant

I Mettre à disposition des moyens humains et matériels suffisant pour la réalisation de ces contrôles.

8. Intégration des innovations

Constat

Les innovations en radiothérapie sont nombreuses et variées. Elles concernent les appareils de traitement, les systèmes d'imagerie associés, ainsi que les logiciels utilisés pour préparer les traitements. En particulier, des systèmes basés sur l'intelligence artificielle (IA) ou des scripts d'automatisation sont de plus en plus déployés pour la délinéation des organes à traiter et pour l'optimisation des plans de traitement. Ces outils présentent des avantages significatifs : ils sont attractifs et utiles pour automatiser les tâches répétitives, apportent de la reproductibilité, et rassurent par leur indépendance vis-à-vis de l'opérateur humain. Ils permettent une standardisation accrue lors de l'élaboration de protocoles personnalisés, avec un impact potentiellement fort sur les pratiques – certaines solutions pouvant même aller jusqu'à valider automatiquement des plans de traitement. L'intégration de ces outils d'aide, souvent développés ou paramétrés en interne, représente toutefois un défi majeur et un changement de paradigme. Il faut faire preuve de vigilance lors de leur déploiement en routine

clinique et lors de chaque mise à jour. En effet, une dépendance excessive à l'IA et aux automatismes peut réduire la capacité de détection des défaillances techniques des cliniciens et entraîner une perte d'expertise au fil du temps. Il est donc essentiel de s'assurer que ces systèmes sont validés et demeurent fiables, en particulier dans un contexte clinique en évolution constante.

Propositions

I Utiliser l'innovation, les outils d'aide disponibles, et rester vigilant en ne sous-estimant pas les risques qu'ils entraînent dans un contexte d'évolution constantes des pratiques cliniques

I Définir au sein de chaque service de radiothérapie une politique de validation pour le déploiement et la mise à jour des solutions d'IA commerciales et des solutions développées/paramétrées en interne (scripts, fichiers EXCEL®).

Conclusion

Grâce à la mise en place de programmes d'assurance qualité rigoureux, à la tenue régulière de CREX et à une analyse a priori des risques actualisée de manière périodique, les professionnels de la radiothérapie témoignent aujourd'hui d'une culture de sécurité arrivée à maturité. Ce progrès majeur, fruit d'une collaboration étroite avec l'ASNR, a été renforcé par l'évolution de la réglementation, permettant le recrutement de personnels supplémentaires, notamment des médecins médicaux et des MERM. Toutefois, plusieurs défis demeurent : la pénurie persistante de MERM et le renchérissement du coût salarial correspondant pose un réel problème de ressources humaines, accentué par les besoins croissants en formation initiale et continue. La complexité de ces enjeux se renforce encore face aux avancées technologiques rapides, qui exigent une capacité constante d'adaptation, ainsi qu'à l'émergence de nouveaux risques liés à la cybersécurité.

Par ailleurs, la dimension managériale, souvent sous-estimée, doit être intégrée pleinement pour accompagner ces évolutions. Il est également essentiel de reconnaître que ces programmes de qualité ont un coût non négligeable, qui implique un financement adapté et durable au travers d'une nomenclature des actes suffisamment rémunératrice pour une activité de soins telle que la Radiothérapie

Oncologique porteuse d'un risque financier et sanitaire particulier.

Recommandations

I Recommandation 1

Faire évoluer les CREX vers des outils d'aide à la décision stratégique : prioriser les événements à fort enjeu et structurer les analyses.

I Recommandation 2

Étendre les audits internes à une vision managériale et systémique : intégrer des indicateurs opérationnels, logistiques, médico-économiques, mais aussi de satisfactions (patients et soignants) en collaboration directe avec la Direction des établissements de Santé/cabinets libéraux.

I Recommandation 3

Développer les systèmes d'habilitation des personnels, qu'ils soient expérimentés (appropriation de nouvelles techniques) ou inexpérimentés (compagnonnage à l'arrivée dans le service, présentation des procédures de travail), en priorisant les tâches à fort enjeu dosimétrique.

I Recommandation 4

Définir un contrôle de qualité en Physique Médicale pertinent en se basant sur la réglementation, la littérature scientifique, les recommandations des constructeurs et l'expérience des autres utilisateurs tout en adaptant et détaillant la gestion documentaire le décrivant.

Recommandation 5 : Utiliser l'innovation, les outils d'aide disponibles (en particulier, l'IA) et rester vigilant en ne sous-estimant pas les risques qu'ils entraînent dans un contexte d'évolution constante des pratiques cliniques.



5

Financement : vers une harmonisation du système de facturation au forfait, les enjeux d'une valorisation adaptée

Depuis la fin des années 1990, il existe en France deux systèmes de facturation de l'activité de radiothérapie.

Pour le secteur public ou ESPIC, la tarification des actes, enregistrés par le Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information (PMSI), repose principalement sur des groupes homogènes de séjours (GHS) spécifiques pour la préparation de la radiothérapie et pour les séances. Ces tarifs tiennent compte des techniques utilisées et de l'utilisation de machines dédiées à des techniques innovantes.

Pour le secteur privé, la cotation s'effectue selon les règles de la Classification Commune des Actes Médicaux (CCAM), inchangée depuis 2004, et devenue obsolète du fait de paramètres abscons (énergie, dose, taille des champs, etc.) ne reflétant pas l'évolution des techniques.

Ce système de double tarification, qui engendre des distorsions tarifaires et une mauvaise allocation des ressources, est critiqué depuis de nombreuses années par les professionnels du secteur et par nos instances politiques. Des discus-

sions, initiées en 2008, entre la DGOS, la direction de la Sécurité Sociale, la HAS, l'INCA, l'ATIH, la SFRO, la SFPM et le SNRO, ont conclu à la nécessité de faire évoluer le modèle vers un paiement forfaitaire, plus adapté au parcours de soins du patient, tout en prenant en compte les enjeux de qualité et de sécurité et l'adaptation de l'offre aux besoins.

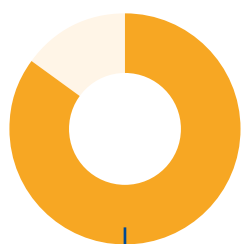
En 2024, l'article 49 de la loi n° 2023-1250 du 26 décembre 2023 de financement de la sécurité sociale (LFSS) prévoit un financement de l'activité de radiothérapie selon des forfaits, déterminés en fonction de la technique utilisée et des caractéristiques des patients. Ce financement forfaitaire doit être mise en application au 1er octobre 2025. Bien que, dans son énoncé, la loi ne concerne que les établissements de santé, l'esprit de la loi s'applique à tous les centres de radiothérapie avec pour objectif une tarification unique à l'ensemble des secteurs.

1. Nouvelle nomenclature : vers une meilleure efficacité

1.1 Principes

Le comité clinique de radiothérapie du Haut Conseil des Nomenclatures

Techniques de radiothérapie et curiethérapie



85%

sont des techniques de RCMI, stéréotaxie et radiothérapie conformationnelle 3DA, des irradiations corporelles totales

(HCN), composé d'oncologues radiothérapeutes issus à la fois du secteur public et du secteur privé, travaille depuis 2022 à une nomenclature commune sur la base de forfait par technique et selon les caractéristiques des patients. Le principe est de considérer un « épisode de soin » incluant la totalité de la radiothérapie (préparation et réalisation des séances) ainsi que l'ensemble des procédures accompagnant les traitements, en particulier toutes les procédures de contrôle qualité et sécurité.

Cette nouvelle nomenclature repose sur la définition d'un forfait de base identique pour une technique donnée, quelle que soit la durée totale du traitement et le nombre de séances (ou la dose totale délivrée), auquel peuvent venir s'ajouter un ou plusieurs modulateurs techniques (multivolumes d'irradiation, réirradiation, mobilité des cibles et/ou organes traités nécessitant des matériels et techniques particuliers) ou liés à certaines comorbidités du patient. Cette forfaitisation doit permettre de valoriser la pertinence des prises en charge (en prenant en compte les associations technique/localisation tumorale/patient notamment), au regard des indications et des recommandations de bonnes pratiques, sans compromettre la qualité et la sécurité des traitements. Le forfait de radiothérapie n'inclue pas les transports.

1.2 Nouvelle nomenclature adaptée aux techniques : forfaits techniques

Un forfait est défini par une ou plusieurs localisations, traitées par une seule technique, intégrées dans un plan de traitement, dans un même schéma temporel.

Exemple : traitement d'un cancer de prostate +/- aires ganglionnaires pelviennes, en Radiothérapie Conformationnelle avec Modulation d'Intensité (RCMI), en boost intégré

ou séquentiel, sans interruption.

Il est possible de considérer plusieurs forfaits en cas de localisations différentes dans un ou plusieurs organes nécessitant plusieurs plans de traitement, éventuellement avec plusieurs techniques différentes.

Exemple : traitement d'un cancer de prostate +/- aires ganglionnaires pelviennes, en RCMI, et traitement d'une métastase osseuse en technique stéréotaxique.

Pour une même séquence thérapeutique le maximum de forfaits sera limité à 3. La nomenclature est composée de 9 forfaits déclinés en 59 sous-forfaits. Elle inclue l'ensemble des techniques de radiothérapie et curiethérapie actuellement utilisées. Ainsi les techniques de RCMI, stéréotaxie et radiothérapie conformationnelle 3D qui correspondent à 85% des traitements, mais également les techniques complexes comme les irradiations corporelles totales ou l'ensemble des techniques de curiethérapie pour lesquelles une valorisation adaptée doit être discutée. Ces codes sont provisoires, en attente d'une validation définitive.

1.3 Prise en compte des facteurs de complexité

En complément de la technique d'irradiation, les forfaits peuvent être modulés en fonction des comorbidités des patients. Celles-ci ont été définies par le HCN du fait de leur impact potentiel sur la réalisation du traitement.

I Pédiatrie ≤ 18 ans

I Patient ≥ 74 ans avec score ONCO-DAGE G8 ≤ 14 et ou score FOG ≥ 1

I OMS ≥ 3

I Obésité massive (IMC > 40)

I Handicap (si le patient est hémiparalysé, paraplégique, tétraplégique ou polyhandicapé selon le guide méthodologique MCOI)

I Urgence : si le traitement du patient est démarré (première séance d'irradiation) en urgence (soit au plus tard 2 jours ouvrés à partir de la première consultation avec le radiothérapeute), pour l'un des motifs cliniques suivants : syndrome cave, compression médullaire, hémorragie menaçant le pronostic vital, patient algique non contrôlé malgré traitement antalgique de palier 3

I Patient porteur d'un Pacemaker/défibrillateur ou neurostimulateur

I Patient traité sous anesthésie

I Patient O2 dépendant, ou présentant une dépendance à un aspirateur, un respirateur ou une machine durant la séance

I Patient nécessitant des conditions d'hygiène complémentaires : précautions contact, respiratoire (gouttelettes ou air), ou isolement protecteur

I Traitement concomitant par chimiothérapie ou immunothérapie ou thérapie ciblée (cette association faisant l'objet de recommandations scientifiques consensuelles).

2. Enjeux de la réforme

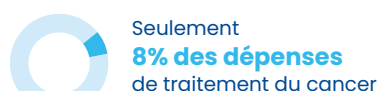
2.1 Budget actuel de la radiothérapie

En 2023, selon les données de l'observatoire national de la radiothérapie de l'INCa, 169 services de radiothérapie existent à l'échelle nationale : 86 structures privées lucratives (81 cabinets et 5 Établissements de santé) et 83 établissements participant au service public hospitalier (CH, CHU, CLCC, ESPIC) avec une répartition équivalente de patients traités (50% / 50%).

La radiothérapie intervient dans 60% des prise en charge pour un total d'environ 4 millions de séances annuellement réalisées. Elle est majoritairement ambulatoire (98%) et représente 1,5 milliards euros de budget de l'assurance maladie. Ce coût ne représente que 8% des dépenses du traitement du cancer et 0,7% des dépenses de santé².

1,5 milliard €
remboursés par
l'Assurance maladie² (2023)

pour les actes de radiothérapie



Concernant le secteur libéral, 505 oncologues radiothérapeutes ont une activité libérale en 2023 contre 401 en 2016. 82% sont installés en secteur 1 contre 92% en 2005³. Le coût global de la radiothérapie en libéral s'établissait à 700 millions d'€, dont 9 millions € seulement de dépassement. Cela représente 2 081 005 séances pour 149 000 traitements. Le coût moyen d'un traitement par patient était de 7 179 €. Cependant, les chiffres divergent selon les sources et sont sujets à discussion.

Pour le secteur public, on compte **549 Oncologues Radiothérapeutes en 2023**. L'activité représente **2 040 522 séances pour 128 000 traitements**. Il n'existe pas de données sur le coût moyen d'un traitement par patient. On rappelle que les actes diffèrent entre les secteurs et il est donc impossible de les comparer.

A titre de comparaison, selon la Cour de Comptes, les dépenses liées aux médicaments anticancéreux innovants, incluant les thérapies ciblées et immunothérapies, ont atteint 22,5 milliards d'euros, soit environ 12% des dépenses totales de l'Assurance Maladie en 2021. Selon la Caisse Nationale d'Assurance Maladie⁵, le coût moyen d'un traitement anti-cancéreux est de 14 580 € par an pour un cancer actif. Ce coût, comprenant celui des médicaments anti-cancéreux, présente cependant de fortes disparités : pour les dix molécules les plus courantes, les montants varient de **3 000 € à 27 500 € annuels**. Pour certains médicaments, ce coût est encore plus élevé. Il atteint 72 000 € par patient et par an pour le pembrolizumab⁶.

2.2 Évolution des pratiques et pertinence des soins

Depuis plusieurs années et dans de nombreuses localisations (sein, prostate, rectum, métastases...), des études scientifiques ont démontré l'équivalence de traitements hypofractionnés par rapport aux traitements normofractionnés, permettant ainsi de diminuer le nombre de séances d'irradiation. Cette évolution vers l'hypofractionnement entraîne une diminution de la durée totale des traitements, dont on attend des bénéfices directs pour le patient en termes de qualité de vie. Ces bénéfices directs s'accompagnent également de bénéfices économiques avec des économies de transport sanitaire, et une accélération des reprises de travail pour les patients en activité professionnelle.

Cependant, ces traitements hypofractionnés reposent sur la délivrance de fortes doses par fraction, facteur reconnu d'effets secondaires à long terme, dont le risque est limité par l'utilisation de technologies innovantes. Ainsi cet hypofractionnement nécessite une technicité et une sécurité accrue par rapport aux traitements standards, qui passent par l'acquisition d'équipements innovants et onéreux. Par ailleurs l'hypofractionnement ne peut pas être généralisé à toutes les localisations ou indication ; un grand nombre de traitements normofractionnés restent recommandés, notamment en cas de chimioradiothérapie. Ainsi la nouvelle nomenclature avec une tarification au forfait aura des conséquences différentes suivant le type de localisations traitées selon les centres. En abandonnant le paiement à la séance et à la dose totale, la nouvelle nomenclature au forfait doit accompagner cette évolution des pratiques et permettre de déployer l'hypofractionnement dans l'ensemble des centres sans pénaliser la prise en charge normofractionnés quand elle reste indispensable.

2.3 Qualité et sécurité des soins

Sur le plan du personnel, les centres de radiothérapie font face à une pénurie de manipulateurs en électroradiologie médicale (MER). Ce déficit sur le plan national est de 117 ETP pour l'année 2023 et se creuse du fait d'une attractivité financière supérieure des services de radiologie qui proposent notamment des rémunérations supplémentaires pour des gardes et astreintes, qui n'existent pas en radiothérapie.

Une enquête nationale⁷ a révélé que les difficultés de recrutement des MER impactent fortement le fonctionnement des services de radiothérapie. Soixante-seize pourcents d'entre eux estiment que le nombre de manipulateurs est insuffisant pour mettre en œuvre de nouvelles missions ou délégations de tâches, telles que la délinéation des organes à risque ou la validation des images de positionnement. Cette même étude fait état d'un allongement des délais de prise en charge dans 78% des cas et de fermetures de temps machine pour 25% d'entre eux.

Afin de répondre aux exigences de gestion de la qualité, les centres ont dû recruter des qualifiés et mettre en place des systèmes de gestion documentaires qui doivent être réac-

tualisés en permanence et qui font l'objet d'inspections régulières par l'ASNR. De même, avec l'évolution des techniques et de leur complexité, les contrôles qualités internes et externes ont été renforcés et augmentés. Ils ont été harmonisés en 2023 par l'ANSM, fixant les modalités du contrôle de qualité des installations de radiothérapie externe et de radiochirurgie.

Par ailleurs, la sécurité informatique est devenue un enjeu majeur face aux rançongiciels qui ont déjà touché plusieurs de nos centres (Valence, Saint Doulchard, Dax, Ajaccio...). Cette menace nécessite le recours à des informaticiens spécialisés capables de gérer les systèmes de défense et à des moyens onéreux d'externalisation des données. Le volume et le coût de l'environnement informatique des centres progressent également avec la complexité des traitements et des calculs de dose. La valorisation des nouveaux forfaits devra permettre de répondre à la pénurie et à l'augmentation des charges de personnel, et de poursuivre les investissements dans la qualité et la sécurité des soins.

2.4 Innovation

La profession a démontré son dynamisme dans l'implémentation des nouvelles techniques ces dernières décennies, permettant par exemple de déployer la RCMI dans 99% des centres en 2023 contre 16% en 2009, de même que les techniques de stéréotaxie de 20% en 2013 à 77% en 2023^{4,8}.

Ainsi la stéréotaxie est disponible dans 124 centres français (sur 169), avec une évolution du nombre de traitements de 1 000 à plus de 20 000 par an entre 2012 et 2023, selon l'observatoire de la radiothérapie de l'INCa. Or, la mise en place de ces innovations s'est accompagnée d'une hausse des investissements entre 38 et 88% en une décennie⁹. Selon le rapport de la cour des comptes², la marge nette dégagée par les plateaux techniques reste bonne du fait de la durée d'amortissement des machines (> 10 ans). Grâce à ces amortissements longs, il faut souligner la modernisation très significative des plateaux techniques privés et PSPH sur les 20 dernières années. L'évolution vers des équipements de plus en plus onéreux (machines, logiciels de contourage avec intelligence artificielle (IA), logiciels de dosimétrie et d'assurance qualité...) nécessite donc un financement approprié. De plus, de récentes innovations pourraient encore modifier l'infrastructure et les

équipements des centres de radiothérapie. Ce sont, entre autres, la radiothérapie adaptative qui permet de recalculer la dosimétrie en temps réel à chaque séance ou la flash-thérapie permettant de traiter le patient en quelques millisecondes grâce à un très haut débit de dose. Ces techniques innovantes sont déjà en cours d'intégration ou en développement dans nos centres et nécessiteraient une tarification temporaire qui n'est pas prévue dans la nouvelle nomenclature. Le financement de nouvelles techniques reste d'ailleurs en question puisque la HAS s'oppose à un remboursement spécifique sur l'argument que le remboursement ne peut concerner que des techniques validées par des essais cliniques, et relève de la recherche. Pour autant, les financements de recherche en radiothérapie restent limités. La création d'un dispositif temporaire, comme cela avait fait en 2006 lors de la mise en œuvre des premières Tomothérapie¹ et accélérateurs dédiés à la radiothérapie en conditions stéréotaxiques (Cyberknife²), de financement pour les actes innovants, le temps de colliger des données médico-économique, sur le modèle des RIHN existant en biologie médicale et en anatomopathologie serait pertinent afin de pas retarder leurs déploiements en France. La forfaitisation devra donc répondre à ces enjeux d'innovation, de sécurité et de qualité, et permettre le déploiement de nouvelles techniques à venir, sans attendre plusieurs années, comme pour la RCMI, pour leur reconnaissance en France par rapport aux autres pays industrialisés¹⁰. En effet, l'acte de RCMI, pratiquée depuis le début des années 2000, n'est apparu dans la CCAM qu'en 2010 pour certaines localisations, alors qu'elle était déjà développée dans 29% des centres en 2009.

Conclusion

La réforme de la nouvelle nomenclature doit permettre de concilier l'évolution des pratiques de radiothérapie, notamment l'essor de l'hypofractionnement, et les évolutions technologiques et cliniques. L'enjeu de cette réforme sera

de valoriser la pertinence des traitements tout en maintenant le niveau de qualité, de sécurité et d'efficacité pour les patients. Cela implique une juste valorisation qui permette la poursuite des investissements nécessaires en termes de technicité ainsi qu'une attractivité en termes de personnel. Cette valorisation devra également compenser les augmentations de charges inhérentes aux centres de radiothérapie.

Un financement approprié est nécessaire pour permettre l'accès des patients atteints de cancer à la radiothérapie selon les recommandations internationales dans des conditions de qualité et de sécurité optimales. Ceci en préservant le maillage territorial national actuel qui permet une bonne prise en charge à proximité du domicile des patients.

Recommandations

I Recommandation 1

Création d'un dispositif temporaire de financement pour les actes innovants, notamment la radiothérapie adaptative, le temps de colliger des données médico-économique afin de pas retarder leurs déploiements en France.

II Recommandation 2

Détermination d'une juste valorisation permettant de poursuivre les investissements nécessaires en termes de technicité ainsi qu'une attractivité en termes de personnel.

1 Bulletin officiel - Santé Protection sociale Solidarité N° 221 août 2024. Guide méthodologique de production des informations relatives à l'activité médicale et à sa facturation en médecine, chirurgie, obstétrique et odontologie. pp 104-105

2 Cours des Comptes. Synthèse du rapport Sécurité Sociale Octobre 2022 pp 26-28

3 DGOS - Réforme de financement de la radiothérapie - Groupe de travail du 10 octobre 2024

4 Observatoire national de la radiothérapie - Situation 2024 (données 2023), état des lieux et des connaissances, INCa, 2025

5 Cours de Comptes, Rapport Public Annuel 2024 - Chapitre VI Les Médicaments anti-cancéreux : 222-248, Paris : La Documentation Française, coll.

6 Bulletin de l'Académie nationale de médecine, séance du 29 mai 2018, étude de l'organisation professionnelle des entreprises du médicament.

7 Métier de manipulateur en radiothérapie en tension en France : conséquences organisationnelles et difficultés à déployer de nouvelles missions et/ou délégation de tâches. C. Bourcier, S. Boisbouvier, É. Bayart, J. Chamois, P. Clavère, S. Corbin, A. De Oliveira, J.-M. Hannoun-Lévi, A. Hasbini, C. Geffroy-Hulot, P. Le Tallec, É. Monpetit, J.-J. Santini. Cancer Radiother 2023 (27) :577-582

8 Observatoire national de la radiothérapie - Situation fin 2013 et évolution depuis 2009, état des lieux et des connaissances, INCa, mai 2015

9 The cost of radiotherapy in a decade of technology evolution. Evelyn Van de Werfa · Jan Verstraete · Yolande Lievens. Radiother Oncol 2012, 102(1) :148-153

10 Livre blanc de la radiothérapie en France 2013. Douze objectifs pour améliorer un des traitements majeurs du cancer. Chapitre 5.F. Lipinski, J.-M. Ardiet, P. Maingon, F. Rocher. Cancer Radiother 2013 (17) S42-44

6

Améliorer l'information du patient en radiothérapie en France : initiatives de la SFRO et dynamiques nationales

Contexte

Un enjeu majeur de qualité des soins

L'information du patient est un droit fondamental et un pilier de la qualité des soins en cancérologie. En radiothérapie, traitement technique et impressionnant, disposer d'une information claire, compréhensible et traçable est indispensable pour rassurer le patient, obtenir son consentement éclairé et l'impliquer activement dans son parcours de soins. Depuis les années 2000, la France a multiplié les initiatives pour renforcer cette information, notamment après des accidents de radiothérapie qui ont souligné l'importance de la transparence et de la sécurité des traitements. Aujourd'hui, l'information du patient en radiothérapie s'appuie sur un ensemble cohérent d'actions portées par les sociétés savantes, les autorités de santé, les associations de patients et les établissements de soins, avec un objectif commun : placer le patient au centre du dispositif et garantir une communication de qualité tout au long de son parcours.

Les actions de la SFRO pour une information de qualité et tracée

En tant que société savante, la Société Française de Radiothérapie

Oncologique (SFRO) a développé de nombreuses actions pour améliorer la qualité et la traçabilité de l'information donnée aux patients. Ces actions couvrent la production de supports pédagogiques, l'encadrement du consentement éclairé, l'intégration des soignants dans le processus d'annonce et la collaboration avec d'autres organismes.

Des guides écrits pour mieux informer les patients

La SFRO a mis à disposition des patients une collection de livrets d'information sur la radiothérapie, conçus pour être à la fois accessibles et complets. Réalisés en partenariat avec le Syndicat National des Radiothérapeutes Oncologues (SNRO) et la Ligue contre le cancer, ces brochures expliquent de manière illustrée l'anatomie de l'organe traité, le principe de la radiothérapie, le déroulement pratique des séances, les effets secondaires potentiels (y compris en cas de chimiothérapie concomitante) et leur prise en charge, ainsi que le suivi après le traitement. Un livret est adapté à chaque localisation tumorale (sein, prostate, poumon, encéphale, ORL, rectum, etc.), en plus d'un livret général sur la radiothérapie. Au total, 17 livrets thématiques ont été publiés par la SFRO, disponibles en téléchargement libre

sur le site de la SFRO et en versions imprimées mises à disposition gratuitement sur simple demande. Cette diffusion multi-supports permet aux centres de radiothérapie de remettre systématiquement aux patients un livret adapté à leur cas, comme support d'information complémentaire. Ces documents, régulièrement mis à jour, ont rencontré un grand succès et sont aujourd'hui largement utilisés dans les services de radiothérapie en France.

Consentement éclairé : position de la SFRO et traçabilité de l'information

La SFRO a également travaillé sur le consentement éclairé en radiothérapie, au travers de la commission « éthique » afin d'en renforcer la portée tout en simplifiant son formalisme. En 2024, elle a publié des recommandations soulignant que la priorité doit être donnée à un parcours d'information complet et traçable, plutôt qu'à la simple collecte d'une signature sur un formulaire. Concrètement, la SFRO ne préconise pas la signature systématique d'un formulaire de consentement par le patient, mais recommande que l'oncologue radiothérapeute soit en mesure de fournir la preuve documentée qu'une information loyale, claire et exhaustive a été délivrée et comprise par le patient. L'objectif est de garantir la traçabilité de l'information délivrée. Cette position, de la Commission éthique de la SFRO, replace le dialogue et la pédagogie au cœur du consentement, conformément à la législation (loi Kouchner de 2002) tout en évitant une dérive purement administrative du processus. Elle a été intégrée dans les recommandations professionnelles (RecoRad) afin d'harmoniser les pratiques. En somme, qualité de l'information et consentement éclairé vont de pair, celui-ci n'ayant de valeur que s'il s'appuie sur une information réellement assimilée par le patient.

Dispositif d'annonce et accompagnement soignant en radiothérapie

Depuis le Plan Cancer 2003-2007, le dispositif d'annonce est un élément central de la prise en charge en cancérologie. La SFRO a veillé à ce que la radiothérapie s'intègre pleinement dans ce dispositif, qui structure les différents

temps d'information et de soutien offerts au patient lors de l'annonce d'un cancer et de ses traitements. Classiquement, lors de la consultation d'annonce dédiée à la radiothérapie, le médecin radiothérapeute explique au patient le but du traitement, les modalités pratiques (nombre de séances, étape de simulation, etc.), les bénéfices attendus et les risques d'effets indésirables. À cette occasion, un Programme Personnalisé de Soins (PPS) est remis au patient, détaillant le plan de traitement, et un livret d'information lui est généralement donné en complément. Ensuite, le patient bénéficie d'une consultation d'accompagnement soignant, assurée par un manipulateur en électroradiologie médicale (MERM) ou un(e) infirmier(e) formé(e) en oncologie. Ce temps d'échange paramédical permet de récapituler les informations, de répondre aux questions pratiques du patient (par exemple sur les soins de peau, le déroulement concret des séances, les précautions quotidiennes) et de le rassurer. L'implication de l'équipe soignante dans l'information du patient est cruciale : une enquête multicentrique a montré que 93 % des patients se sentent aidés et soutenus par les infirmier(e)s et 97 % par les professionnels de soins de support lors de ce parcours d'annonce. Les patients apprécient notamment la coordination entre les différents intervenants et la clarté des explications fournies, avec des taux de satisfaction globaux au-delà de 90 % quant à l'information reçue et à la prise en charge proposée. La SFRO encourage la formation continue des soignants à la communication en radiothérapie (ateliers de simulation d'annonce, etc.) et l'embauche de personnel dédié à l'éducation des patients. Par ailleurs, plusieurs centres de radiothérapie ont développé des programmes d'Éducation Thérapeutique du Patient (ETP) spécifiques. Par exemple, un programme validé pour les patientes traitées pour un cancer du sein – « Mieux vivre pendant et après ma radiothérapie » – propose ateliers collectifs et conseils personnalisés afin de mieux appréhender le traitement, de gérer les toxicités et d'adopter des mesures de bien-être comme l'activité physique adaptée. Ces initiatives, soutenues par la SFRO et les réseaux régionaux de cancérologie, visent à autonomiser le patient et à améliorer son vécu pendant la radiothérapie. L'intégration précoce des soignants dans l'information du patient,

dès l'annonce et tout au long du traitement, constitue aujourd'hui une bonne pratique reconnue pour humaniser la radiothérapie et réduire l'anxiété des patients.

Collaboration de la SFRO avec l'INCa, la Ligue et les instances nationales

Consciente que l'information du patient est l'affaire de tous, la SFRO travaille en synergie avec les institutions nationales et les associations de patients pour développer des supports et référentiels communs. Elle a notamment collaboré étroitement avec l'Institut National du Cancer (INCa) et la Ligue contre le cancer dans le cadre du programme Cancer Info lancé en 2009. Ainsi, en parallèle des livrets SFRO, l'INCa – en partenariat avec la Ligue et la SFRO – a édité une série de guides d'information Cancer Info sur la radiothérapie, disponibles à la fois en version générale (« Comprendre la radiothérapie ») et par localisation de cancer. Ces guides nationaux reprennent de manière détaillée la description de la maladie et de toutes les options thérapeutiques (chirurgie, radiothérapie, chimiothérapie, traitements ciblés...), avec un focus particulier sur la radiothérapie : indications, techniques employées, déroulement des séances, effets secondaires à court et long terme, conseils pratiques pour bien gérer le quotidien pendant le traitement, etc. Validés scientifiquement et rédigés dans un langage accessible, ils sont diffusés gratuitement via le site de l'INCa (téléchargeables en PDF ou commandables en version papier). Les services de radiothérapie peuvent ainsi commander ces brochures en nombre et les distribuer aux patients lors de la consultation d'annonce, ce qui en fait un outil de référence au niveau national. La complémentarité est de mise entre les actions SFRO et INCa : dans les centres, on retrouve fréquemment les livrets SFRO (souvent focalisés sur la radiothérapie d'une localisation précise) aux côtés des guides Cancer Info de l'INCa (qui abordent l'ensemble du parcours de soins du cancer).

Outre l'élaboration de supports écrits, la SFRO participe aux groupes de travail nationaux pilotés par l'INCa ou la Haute Autorité de Santé (HAS) sur la qualité de l'annonce et de l'information. À la suite des accidents de radiothérapie (Épinal, Toulouse...) survenus dans les années 2006–2007, la SFRO a contribué à la «

feuille de route de la radiothérapie » établie par les pouvoirs publics et l'INCa pour renforcer la sécurité des traitements. Cette feuille de route comprenait des mesures techniques (double calcul de dose, dosimétrie in vivo systématique, etc.) mais aussi des mesures orientées « patient », comme l'obligation d'un suivi à long terme des patients irradiés et l'amélioration de l'information fournie sur les risques. La SFRO a également signé des conventions avec la Ligue contre le cancer afin de promouvoir la transparence vis-à-vis des patients et la diffusion de l'information sur l'ensemble du territoire. La Ligue, forte de son réseau de plus de 300 Espaces Ligue départementaux, relaie sur le terrain les messages d'information en radiothérapie et distribue largement les brochures aux malades qui le souhaitent. Cette collaboration tripartite SFRO–INCa–Ligue garantit une cohérence dans les contenus d'information et évite les doublons. Elle témoigne d'une volonté partagée d'unifier le discours adressé aux patients, pour qu'un même niveau d'information de qualité soit accessible partout en France, que ce soit à l'hôpital, en clinique, via internet ou auprès des associations.

Les autres initiatives nationales renforçant l'information en radiothérapie

Au-delà des actions de la SFRO, plusieurs initiatives institutionnelles et associatives ont vu le jour ces dernières années en France pour améliorer l'information des patients en radiothérapie. Elles complètent utilement les outils de la SFRO et contribuent à une montée en qualité générale. C'est notamment le cas de la Plateforme Cancer Info de l'INCa, dispositif multicanal qui permet l'obtention d'informations 24h/24, mais également de la Ligue contre le Cancer et des associations de patients qui jouent un rôle déterminant dans l'information et l'accompagnement des patients en radiothérapie, en complément des institutions. Partenaire de l'INCa dans Cancer Info, elle participe à l'élaboration et surtout à la diffusion des informations. La proximité et la dimension humaine de ce réseau associatif en font un relai précieux pour toucher des publics parfois moins à l'aise avec l'information écrite ou numérique. Par ailleurs, la Ligue, ainsi que des associations de patients spécifiques (par pathologie ou par

région), ont développé des contenus d'information adaptés. Par exemple, des comités de patients ont contribué à des guides pratiques ou des fiches conseils sur la radiothérapie (notamment pour les cancers du sein, de la prostate, etc.), apportant le regard de l'utilisateur sur les questions qui importent au quotidien (fatigue, impact sur la vie familiale, etc.). Ces documents, souvent disponibles en ligne sur les sites des associations, complètent l'information médicale en abordant le vécu concret du traitement. De même, certaines associations proposent des groupes de parole ou du mentorat par des « patients experts », permettant aux nouveaux patients de poser leurs questions à des personnes ayant déjà traversé la radiothérapie. Cela contribue à dédramatiser le traitement et à partager des astuces pour mieux le supporter.

On peut également citer le rôle d'organismes comme l'Association Francophone pour les Soins Oncologiques de Support (AFSOS), qui édite des référentiels et fiches pour la prise en charge des effets secondaires, diffusés à la fois aux soignants et aux patients. L'AFSOS, en lien avec la SFRO, a par exemple publié des fiches conseils standardisées (gestion des réactions cutanées en radiothérapie, prévention des mucites, etc.) pouvant être remises aux patients. L'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN), aujourd'hui ASNR, quant à lui, communique sur la radiovigilance et les événements significatifs en radiothérapie via une échelle ASN-SFRO publiquement accessible, afin d'informer le public en toute transparence sur les incidents éventuels et les mesures correctives prises. Toutes ces actions, portées par le tissu associatif ou par des agences spécialisées, concourent à renforcer la confiance des patients dans la radiothérapie en montrant que leur sécurité et leur information sont des priorités partagées.

Outils numériques, vidéos pédagogiques et témoignages de patients

Avec le développement du numérique, de nouveaux outils interactifs ont émergé pour informer autrement les patients en radiothérapie. De nombreux centres de lutte contre le cancer et services hospitaliers proposent sur leur site web des vidéos d'information expliquant le parcours

en radiothérapie. De nombreux centres mettent à disposition de courtes vidéos pédagogiques retraçant le parcours de soins en cancérologie, dont des épisodes consacrés à « La radiothérapie », montrant concrètement le déroulement d'une séance et le rôle de chaque intervenant. D'autres établissements, ont produit des vidéos animées « Comment ça marche la radiothérapie ? » qui vulgarisent la technique de façon ludique. Ces contenus audiovisuels, souvent disponibles sur YouTube ou sur les sites des centres, rencontrent un vif succès auprès des patients préférant un support visuel pour se projeter dans le traitement. Ils permettent de démystifier la machine de radiothérapie, de montrer qu'une séance est indolore, rapide, et qu'une équipe reste aux côtés du patient tout du long.

En outre, les dernières années ont vu un essor des applications mobiles et plateformes en ligne d'accompagnement. Par exemple, certaines régions ont expérimenté des applications de suivi des symptômes en radiothérapie, incluant des modules d'information contextuelle (conseils en cas de fatigue, rappel des consignes avant une séance, etc.). Bien que ces outils ne soient pas encore généralisés, ils préfigurent l'avenir de l'information personnalisée, délivrée au bon moment au patient via son smartphone.

Enfin, une des tendances fortes est de donner la parole aux patients eux-mêmes. Les témoignages de patients ayant bénéficié d'une radiothérapie sont de plus en plus intégrés aux supports d'information. Sur le site de l'INCa, des patientes atteintes de cancer témoignent des bénéfices concrets des progrès en cancérologie, par exemple lors des 20 ans de l'INCa où cinq patientes ont raconté leur expérience pour illustrer les avancées au service des malades. De même, la Ligue publie régulièrement dans son magazine « Vivre » des témoignages de personnes racontant leur parcours de radiothérapie, les craintes initiales vite dissipées, le soutien qu'elles ont reçu de l'équipe soignante, etc. Inclure ces témoignages apporte une dimension humaine et permet aux futurs patients de se projeter plus sereinement, en s'identifiant à des parcours de vie plutôt qu'à des scénarios purement médicaux. Les retours d'expérience positifs contribuent à réduire l'anxiété associée au mot « radiothérapie », à combattre les idées

reçues (par exemple, beaucoup imaginent encore que la radiothérapie fait systématiquement perdre les cheveux, ce qui n'est vrai que pour l'irradiation cérébrale) et à encourager un état d'esprit confiant et actif chez le patient.

Conclusion

Vers une culture partagée de l'information en radiothérapie

En 2025, le bilan des actions entreprises pour améliorer l'information des patients en radiothérapie en France est extrêmement positif. Grâce à l'engagement conjoint des professionnels (SFRO, soignants, sociétés savantes), des institutions (INCa, HAS, ASNR) et des associations (Ligue, réseaux de patients), le patient dispose aujourd'hui d'une palette riche d'outils pour comprendre son traitement et être acteur de sa prise en charge. Des livrets explicatifs aux vidéos pédagogiques, en passant par les consultations d'annonce structurées et les plateformes téléphoniques, chaque étape du parcours de radiothérapie est accompagnée de ressources informatives adaptées. Surtout, une véritable culture de l'information s'est développée au sein des équipes de radiothérapie : informer le patient n'est plus vu comme une obligation formelle, mais comme une partie intégrante du soin, un temps d'échange précieux qui conditionne la réussite thérapeutique. La traçabilité de cette information est mieux assurée qu'auparavant (via le PPS, le dossier médical informatisé, etc.), gage de qualité et de respect des droits du patient.

Cet investissement porte ses fruits, comme en témoignent les taux élevés de satisfaction des patients et la réduction de l'anxiété face à la radiothérapie. Le Livre blanc de la radiothérapie 2026 met ainsi en lumière ces efforts accomplis et les résultats obtenus, tout en ouvrant des perspectives pour l'avenir. Les défis à venir consisteront à maintenir à jour les contenus face aux évolutions technologiques rapides (arrivée de la protonthérapie, nouvelles techniques de modulation, stéréotaxies, etc.), à continuer de former les soignants à la communication empathique, et à innover via le numérique pour une information encore plus interactive et personnalisée. Il s'agira également de veiller à toucher tous les publics, y compris

les plus vulnérables ou les moins familiers avec les outils digitaux, afin que personne ne reste en marge de ce mouvement vers une radiothérapie plus transparente, humaine et centrée sur le patient. Les efforts accomplis par la communauté de la radiothérapie française pour informer et accompagner les patients constituent d'ores et déjà un motif de fierté collective et un levier de confiance accru dans cette modalité thérapeutique indispensable dans la lutte contre le cancer. Les bases sont solides pour que, dans les années à venir, l'information du patient demeure au cœur de l'excellence en radiothérapie, au bénéfice des malades et de leurs proches.





L'offre de soins oncologiques de support : une étape incontournable lors du parcours de soins en radiothérapie

Soigner et accompagner la personne atteinte de cancer

Le parcours des patients en radiothérapie est parfois complexe. Il peut être éprouvant physiquement et psychologiquement avec un retentissement socioprofessionnel. Face à ce contexte, l'accompagnement par une offre de soins oncologiques de support (SOS) est indispensable pour limiter ou empêcher les interruptions temporaires de traitement délétères en termes d'efficacité, améliorer la qualité de vie et la tolérance des traitements, et permettre une réinsertion plus rapide et réussie dans une vie sociale et professionnelle. Cependant, l'accès aux SOS reste inégal, pas toujours bien structuré dans les services et en ville et globalement mal financé.

1. Structurer une offre adaptée de soins de support intégrée en radiothérapie

Constat : une offre territoriale inégale dépendant des moyens locaux et des ressources humaines

Selon les centres, les patients peuvent bénéficier d'un accompagnement multidisciplinaire complet et coordonné, ou au contraire, se heurter à une absence ou une limitation de ressources locales spécifiques. Il existe actuellement une aggravation des inégalités territo-

riales d'accès aux soins. Il faudrait renforcer l'évaluation des besoins en soins de support des patients et de leurs proches, ainsi que la coordination entre les équipes. Agir pendant le temps de la radiothérapie est indispensable mais doit rentrer dans une démarche plus générale d'évaluation des besoins, d'accès aux SOS et de coordination entre eux à tous les temps du parcours de prise en charge.

Proposition

Garantir que chaque centre de radiothérapie dispose d'une offre de soins oncologiques de supports structurée accompagnant les patients avant, pendant et après leur traitement.

Cette offre complète comprendrait :

- un **suivi diététique et nutritionnel** personnalisé
- une **coordination avec l'équipe douleur** et les soins palliatifs en cas de besoin
- un **repérage systématique** des vulnérabilités sociales, avec orientation vers les dispositifs d'aide et un accompagnement des aidants.
- un **relais vers l'activité physique** adaptée (APA) et les associations de patients
- une **aide oncosexologique** pour tous les patients et la préservation de la fertilité si nécessaire
- une **prise en charge psychosociale**

des proches et des aidants formés en oncologie complétée par une offre remboursée en ville

■ un **accès à la rééducation** et la kinésithérapie en cas de besoin

■ une **réhabilitation sociale et professionnelle** pour tous les patients en activité professionnelle

■ une **prise en charge addictologique** des patients voire des proches.

■ une **aide à l'utilisation des outils informatiques** pour les e-suivis éventuels.

Cette démarche est inscrite dans les autorisations d'activité de radiothérapie avec des indicateurs qualité sur l'effectivité de l'accès pour tous les patients.

2. Reconnaître et financer les soins de support à leur juste valeur

Constat

■ Un engagement des équipes, mais sur des bases financières fragiles

Actuellement, la majorité des SOS est portée par des financements MIG, des projets temporaires, ou la mobilisation de ressources humaines déjà sur-sollicitées. Cette instabilité fragilise les actions, freine leur généralisation et pénalise les patients.

Proposition

Créer un forfait de soins de supports par personne à l'hôpital comme en ville en incluant tous les soins de support indispensables sur une moyenne d'évaluation des besoins pour un pool de personnes suivies.

Il permettrait de :

■ **Pérenniser les postes** (psychologues, diététicien(ne)s, assistants sociaux, etc.)

■ **Financer des actions** d'éducation thérapeutique du patient (ETP)

■ **Assurer une continuité** de l'offre quel que soit le statut du centre (public, privé, CLCC)

■ **Créer de toute urgence une nomenclature** pour les séances de photobiomodulation

■ **Définir les soins de support complémentaires** utiles aux patients (APA, socio-esthétique...) en vue de les inclure dans le panier de soin remboursable avec une évaluation préalable au remboursement par la HAS.

3. Faire de l'éducation thérapeutique un levier d'autonomie et d'adhésion

Constat

■ Le patient est souvent mal préparé à son parcours en radiothérapie

La radiothérapie est un traitement technique, quotidien, souvent vécu avec anxiété. Pourtant, peu de patients bénéficient d'une éducation thérapeutique structurée pour comprendre les objectifs, prévenir les effets secondaires, et leur donner la possibilité d'intervenir activement au cours de leur traitement.

Proposition

■ Intégrer des programmes d'éducation thérapeutique dès le début du parcours.

Les SOS devraient inclure systématiquement un programme d'éducation thérapeutique (ETP) adapté. La construction de ces programmes devrait se faire avec des usagers formés à l'ETP pour amener leur « expérience patient », les associations de patients, les sociétés savantes, le Collège des Enseignants de Cancérologie (CNEC), et les coordinateurs, afin d'apporter un regard complémentaire avec celui des professionnels de santé.

Cela nécessiterait de développer des modules « soins de support en oncologie » en partenariat avec les formations existantes / DU et/ou avec des associations de malades ainsi qu'en formation initiale.

Ce programme d'éducation thérapeutique comprendrait les thématiques suivantes :

■ **Compréhension du traitement** et de ses effets secondaires potentiels

■ **Gestion des effets secondaires** radio-induits, des chimiothérapies concomitantes et des hormonothérapies

■ **Prévention et prise en charge** des facteurs de risque de cancer : tabac, alcool, autres addictions, infections, obésité et « malbouffe », sédentarité, pollution et exposition professionnelle

■ **Réinsertion sociale et professionnelle** après traitement

■ **Oncosexologie** et fertilité

■ **Troubles cognitifs**

■ **Santé buccodentaire**

L'ETP améliore l'expérience patient, réduit les interruptions de traitement, renforce l'alliance thérapeutique. Elle anticipe la gestion des séquelles en essayant de les réduire. Elle participe à l'éducation à la santé pour induire des modes de vie protecteurs de leur santé pour « mieux vieillir ». Elle doit être financée, formalisée et généralisée dans tous les centres.

Certains programmes devraient également impliquer.

4. S'appuyer sur les compétences avancées des infirmières et des manipulateurs

Constat

Des professionnels compétents mais sous-utilisés

Les infirmier(e)s en pratique avancée (IPA) et les MERM sont au cœur du parcours de radiothérapie. Pourtant, leurs compétences restent sous-exploitées, faute de cadre clair ou de reconnaissance institutionnelle avec des formations professionnalisantes prenant en compte une validation des acquis.

Proposition

Développer les pratiques avancées en radiothérapie

■ Déploiement des IPA en oncologie radiothérapie avec des missions transversales : repérage des besoins en SOS, coordination, suivi des toxicités, actions d'ETP.

■ Création de postes de MERM en pratique avancée afin d'assurer directement ces missions.

■ Mise en œuvre de protocoles de coopération pour les MERM : évaluation des effets secondaires, orientation vers les acteurs ou les plateformes de SOS, suivi des patients en post-traitement.

Ces évolutions permettront de fluidifier le parcours, renforcer la proximité avec le patient, et libérer du temps médical pour les situations complexes.

5. Rendre visible, lisible, accessible : le droit à l'information sur les soins de support

Constat

Le manque d'information peut être source d'une perte de chance

L'accès aux informations est un Droit des patients. Le professionnel doit s'assurer de la bonne compréhension par le patient. Il y a encore trop de patients qui ignorent les aides disponibles. Résultat : des besoins non exprimés, des souffrances évitables, des hospitalisations répétées et une aggravation des inégalités.

Proposition : remettre à chaque patient un « passeport soins de support ».

Ce passeport devrait expliquer également les risques liés à la radiothérapie pour comprendre que ces soins de support sont de véritables soins qui peuvent éviter des séquelles qui entraveront la reprise d'une vie socioprofessionnelle post-cancer avec des conséquences importantes sur notre solidarité nationale.

Document personnalisé, remis au début du traitement, il recense :

- Les **ressources disponibles** dans le centre et/ou dans son environnement extérieur
- Les **professionnels référents**
- Les **dispositifs d'aide sociale** ou psychologique
- Les **ateliers d'ETP, d'APA**, ou les permanences associatives.

Ce document, numérique ou papier, constitue un outil de repérage précoce des besoins et d'orientation.

6. Développer la télémédecine pour renforcer l'accès aux soins de support

Constat

Des besoins croissants, une accessibilité encore limitée

L'accès aux SOS est souvent entravé par des obstacles logistiques : éloignement géographique, perte d'autonomie, contraintes professionnelles ou familiales, absence de réseau local. Ces freins sont encore plus marqués en zone rurale, pour les personnes âgées, précaires ou en situation de handicap.

La télémédecine, à travers la téléconsultation et le télésuivi, représente une des réponses à ces difficultés. Pourtant, son déploiement reste limité, souvent cantonné à quelques expérimentations locales, sans cadre national structurant ni financement pérenne.

7. Intégrer les médecines complémentaires dans une démarche de soins fondée sur les preuves

Constat

Une demande croissante, une offre non encadrée

De plus en plus de patients recourent à des pratiques dites complémentaires (sophrologie, acupuncture, hypnose, méditation, réflexologie, aromathérapie, etc.) pour mieux gérer les effets indésirables, l'anxiété, la douleur ou la fatigue liés à la radiothérapie.

Cette attente légitime reflète un besoin de prendre soin de soi autrement, de retrouver un équilibre, un mieux-être global. Pourtant, l'accès à ces pratiques reste inégal, non coordonné, et parfois livré à des intervenants sans formation ou sans évaluation clinique.

L'absence de cadre commun et de validation scientifique claire fragilise la légitimité de ces approches et expose à des risques de dérives. Le passeport doit expliquer également les risques liés à la radiothérapie pour comprendre que ces soins de support sont de véritables soins qui peuvent éviter des séquelles qui entraveront la reprise d'une vie socioprofessionnelle post cancer avec des conséquences importantes sur notre solidarité nationale.

Proposition

Inscrire les pratiques complémentaires dans une approche de médecine intégrative encadrée avec interventions non médicamenteuses validées scientifiquement

Nous proposons une approche fondée sur les principes de la médecine intégrative, c'est-à-dire la combinaison structurée, éthique et fondée sur les preuves des soins conventionnels et complémentaires.

Cela implique :

- L'identification des pratiques avec un bénéfice démontré, en priorité pour la gestion de l'anxiété, des douleurs chroniques, de la fatigue ou des troubles du sommeil (ex. : hypnose, méditation pleine conscience, acupuncture)

- Des intervenants formés, reconnus par les équipes médicales et coordonnés dans le parcours

- La formation des professionnels de santé pour mieux orienter les patients vers les approches

validées, éviter les pratiques à risque et répondre aux attentes de manière encadrée

- L'évaluation systématique des actions proposées, dans une logique d'amélioration continue de la qualité et sécurité des soins.

En structurant ces pratiques dans le cadre d'une médecine intégrative, nous offrons aux patients une prise en charge globale, sécurisée, respectueuse de leurs attentes, et en cohérence avec les standards scientifiques de l'oncologie moderne.

Conclusion

Les soins de support ne sont pas une option. Ils sont le socle de l'accompagnement global du patient atteint de cancer, d'autant que cette maladie devient chronique. En radiothérapie, ils prennent tout leur sens : traitements quotidiens, effets secondaires spécifiques, vulnérabilités physiques et psychiques.

Structurer, coordonner, financer, valoriser, innover les SOS en radiothérapie, intégrés dans une approche globale du parcours thérapeutique du cancer, sont les axes prioritaires à envisager pour assurer une offre généralisée pour tous. Il en va de l'équité des soins, de la dignité et du confort des patients, mais aussi de la performance du système de santé en cancérologie. Il semble nécessaire de travailler à une meilleure intégration des personnes ayant vécu le cancer dans notre société en allégeant les dépenses futures en indemnité journalières et mises en invalidité en optant pour le maintien de l'autonomie de chacun dans le maintien des activités socio-professionnelles. L'objectif des soins de support est de permettre une meilleure efficacité des traitements afin d'obtenir un bénéfice en quantité comme en qualité de vie pour nos patients et leurs proches.

Recommandations

Recommandation 1

Disposer d'une offre structurée accompagnant les patients avant, pendant et après leur traitement (suivi diététique et nutritionnel personnalisé, repérage des vulnérabilités sociales, physique adaptée (APA)...) et les associations de patients.

Recommandation 2

Création d'un forfait de soins de supports par personne à l'hôpital comme en ville en incluant tous les soins de support jugés indispensables.

I Recommandation 3

Intégrer des programmes d'éducation thérapeutique dès le début du parcours.

I Recommandation 4

Faire de la télémedecine un axe stratégique des SOS en radiothérapie.

I Recommandation 5

Développer la formation aux soins de support sous la forme de modules « soins de support en oncologie » en partenariat avec les formations existantes et/ou avec des associations de malades.

I Recommandation 6

Remettre à chaque patient un « passeport soins de support » à destination des patients.

I Recommandation 7

Inscrire les pratiques complémentaires dans une approche de médecine intégrative encadrée avec interventions non médicamenteuses validées scientifiquement.



8

Enseignement, formation et développement professionnel continu

1. Formation des oncologues radiothérapeutes

La formation joue un rôle fondamental dans la qualité des soins, formation initiale afin de former les oncologues radiothérapeutes de demain, et formation continue également, afin de maintenir, voire d'améliorer ses compétences tout au long de la vie professionnelle. La formation initiale est guidée par des décrets ministériels précis, élaborés conjointement avec les enseignants universitaires d'oncologie, énumérant les compétences et connaissances nécessaires. Elle est mise en place par les coordonnateurs de DES de chaque ville universitaire sous la coordination du Collège National des Enseignants de Cancérologie (CNEC).

1.1 Formation initiale des oncologues radiothérapeutes : Diplôme d'Études Spécialisées (DES) d'Oncologie

La réforme du troisième cycle des études médicales mise en place depuis novembre 2017, a divisé la formation des étudiants hospitaliers de troisième cycle (ou internes) en trois phases : une phase socle d'un an, une phase d'approfondissement de trois ans et une phase de consolidation dite de « docteur junior » également d'un an. Le Diplôme d'Études Spécialisées (DES) d'oncologie est obtenu après ces dix semestres de formation.

Les deux premiers semestres définissent la « phase socle » dont l'objectif est d'apporter les connais-

sances de base de la spécialité. Les enseignements théoriques pendant cette première année sont à la fois présentiels (cours nationaux, séminaires régionaux ou interrégionaux, cours locaux) et en e-learning (plateforme SIDES-NG / UNESS). Les modalités d'évaluation des connaissances pour cette phase socle sont diverses : validation des modules d'e-learning, participation obligatoire au cours national organisé par le CNEC, et enfin validation des connaissances acquises lors des enseignements par un entretien oral avec le coordonnateur local. Le choix entre l'oncologie radiothérapie et l'oncologie médicale se fait à la fin de la phase socle, après avoir réalisé obligatoirement un stage d'un semestre d'oncologie médicale et un stage d'un semestre d'oncologie radiothérapie. Ce choix est libre et ne peut être imposé par les contraintes locales d'effectifs entre les deux options. Un contrat de formation pédagogique est établi.

Les six semestres qui font suite à cette phase socle composent la phase d'approfondissement. Pour les internes d'oncologie radiothérapie, elle comprend obligatoirement deux semestres en oncologie radiothérapie, un semestre en oncologie médicale, deux semestres hors spécialité (dont un en imagerie) et un semestre libre. Pendant cette phase, l'enseignement théorique est délivré sous forme de cours nationaux annuels, de séminaires régionaux ou interrégionaux et en e-learning. Les cours nationaux, organisés par le CNEC et la SFRO depuis 2003, conjointement

avec les représentants des internes, couvrent des sujets transversaux et sont organisés sur un cycle de 5 ans permettant l'apprentissage des bases de l'oncologie radiothérapie : radioanatomie, radiobiologie, radiophysique, curiethérapie et radiothérapie stéréotaxique. Depuis 2023, ils comprennent également un enseignement d'éthique. Ces cours sont soutenus financièrement par l'Institut National du Cancer depuis 2022. La fin de la phase d'approfondissement est conditionnée par l'obtention de la thèse d'exercice en médecine.

La phase de consolidation (Dr Junior) dure un an avec un stage qui doit se dérouler dans un seul service d'oncologie radiothérapie et pendant lequel le Dr Junior acquerra progressivement une autonomie. Il reçoit un enseignement théorique spécifique portant sur les droits et devoirs des oncologues dans leur exercice professionnel et sur l'après-cancer. Cette phase est validée par un examen oral de mise en situation devant la commission régionale et permet l'obtention du DES, indispensable pour pouvoir exercer.

Pendant ces cinq ans, les internes en oncologie radiothérapie peuvent également s'inscrire à une formation spécialisée transversale (FST) d'un an parmi les suivantes : bio-informatique médicale, cancérologie pédiatrique, douleur, expertise médicale - préjudice corporel, génétique et médecine moléculaire bioclinique, pharmacologie médicale / thérapeutique, soins palliatifs

1.2 Formation à la recherche : parcours scientifique

Les internes ont la possibilité de mener une formation scientifique intégrée dans la réforme LMD (Licence Master Doctorat). La première étape est un master 1, souvent réalisé durant l'externat mais qui peut également se faire en tout début d'internat. Le master 2 comprend un enseignement théorique et un stage en laboratoire mené sous la direction d'un directeur de recherche. Plusieurs masters 2 s'avèrent être particulièrement intéressants pour les oncologues radiothérapeutes : Radiobiologie, Biophysique moléculaire et cellulaire, Statistiques, Imagerie/Radioanatomie, Éthique médicale, Robotique médicale en sont des exemples.

Cela permet d'acquérir des connaissances en sciences fondamentales, peut faciliter une activité ultérieure de recherche (radiobiologie, statistiques), et est particulièrement recommandé pour ceux qui souhaitent poursuivre une carrière

hospitalo-universitaire (thèse de sciences obligatoires).

1.3 Formation continue des oncologues radiothérapeutes

1.3.1 Formation Médicale Continue (FMC) / Développement Professionnel Continu (DPC)

Compte tenu des évolutions technologiques rapides de la radiothérapie, la FMC est un enjeu majeur de la spécialité. Elle s'appuie sur l'AFCOR, une association paritaire regroupant la SFRO et le SNRO, dont l'objectif est la promotion et l'organisation de réunions de formation continue en oncologie radiothérapie. Créée en 1998, elle a progressivement réduit son financement émanant de l'industrie jusqu'à s'en affranchir complètement afin d'être labellisée organisme de DPC. Depuis 2022, l'AFCOR a également obtenu la certification Qualiopi, garantissant ainsi la qualité de ses formations et son engagement dans une démarche d'amélioration continue.

L'AFCOR propose un large éventail de formations adaptées aux besoins des professionnels en oncologie radiothérapie, parmi quelques exemples :

Formation nationale de Radioprotection des patients : cette formation est une exigence nationale, conforme au référentiel métier des professionnels de santé exposés aux rayonnements ionisants. Elle vise à garantir la protection optimale des patients en radiothérapie, conformément aux réglementations en vigueur et aux recommandations de l'ASN.

Cette formation est obligatoire pour les oncologues radiothérapeutes, médecins médicaux et manipulateurs en électroradiologie, garantissant une actualisation régulière des connaissances et compétences dans ce domaine critique.

Printemps de l'AFCOR : réunion nationale annuelle dédiée à une thématique spécifique en oncologie radiothérapie.

Radiothérapie guidée par l'imagerie surfacique (SGRT)** : formation codéveloppée avec la SFPM sur les principes et l'optimisation de la SGRT.

Bien que labellisée OGDPC, l'AFCOR constate depuis plusieurs années une difficulté croissante à faire labelliser des formations au titre du DPC. Récemment, la position de l'IGAS sur l'avenir du DPC suscite des interrogations quant à son évolution et son financement. Il est crucial d'évaluer

l'impact potentiel de ces changements sur la formation continue en oncologie radiothérapie et d'anticiper les adaptations nécessaires pour garantir un accès pérenne à une formation de qualité pour l'ensemble des professionnels du secteur. Cela est d'autant plus crucial au vu des besoins en termes de formation continue que va exiger la certification périodique.

La formation continue en oncologie radiothérapie est également portée en France par le congrès national annuel de la SFRO, la revue Cancer Radiothérapie, des publications spécifiques (notamment RECORAD), des plateformes en ligne, ainsi que des outils numériques tels que des applications de délinéation et des modules de e-learning.

1.3.2 Certification périodique / Conseil National Professionnel (CNP)

La loi de 2019 relative à l'organisation et à la transformation du système de santé a inscrit la validation régulière des compétences des médecins ainsi qu'à l'ensemble des professionnels de santé à l'ordre. Le code de la santé publique a été modifié par l'ordonnance n° 2021-961 du 19 juillet 2021 relative à la certification périodique de certains professionnels de santé (<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043814566>), intégrant ainsi que les professionnels de santé doivent établir, au cours d'une période de six ans, avoir réalisé un programme minimal d'actions visant à actualiser leurs connaissances et leurs compétences ; renforcer la qualité de leurs pratiques professionnelles ; améliorer la relation avec leurs patients ; mieux prendre en compte leur santé personnelle (« Art. L. 4022-1 et Art. L. 4022-1). La certification périodique est entrée en application depuis le 1^{er} janvier 2023. Le décret n° 2024-258 du 22 mars 2024 relatif à la certification périodique de certains professionnels de santé (<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000049314991>) précisent les différentes actions suivantes :

■ Prise en compte pour la certification que le professionnel de santé sont précisées, tout comme leur nombre minimum de 2 pour chacun des axes définis par l'ordonnance

■ Prise en compte des actions réalisées depuis le 1^{er} janvier 2023, définies dans les référentiels de certification de la profession ou spécialité, par exemple les actions de DPC, de formation continue ou d'accréditation selon la procédure de la Haute Autorité de Santé. Le CNP d'oncologie en lien avec la FSM (Fédération des Spécialités Médicales) a élaboré les référentiels de certification propres à notre discipline.

Ainsi, le CNP d'oncologie précise les points suivants :

■ Chaque oncologue doit valider 2 actions par bloc sur les 6 ans :

Bloc 1 : Améliorer les connaissances et les compétences

Bloc 2 : Renforcer la qualité des pratiques et des soins

Bloc 3 : Améliorer la relation avec les patients

Bloc 4. Mieux prendre en compte sa santé personnelle

■ Les actions doivent être préférentiellement différentes au sein de chaque bloc

■ Toutes les actions de formations des blocs 1 et 2 doivent rentrer dans les champs de compétence de la spécialité Oncologie

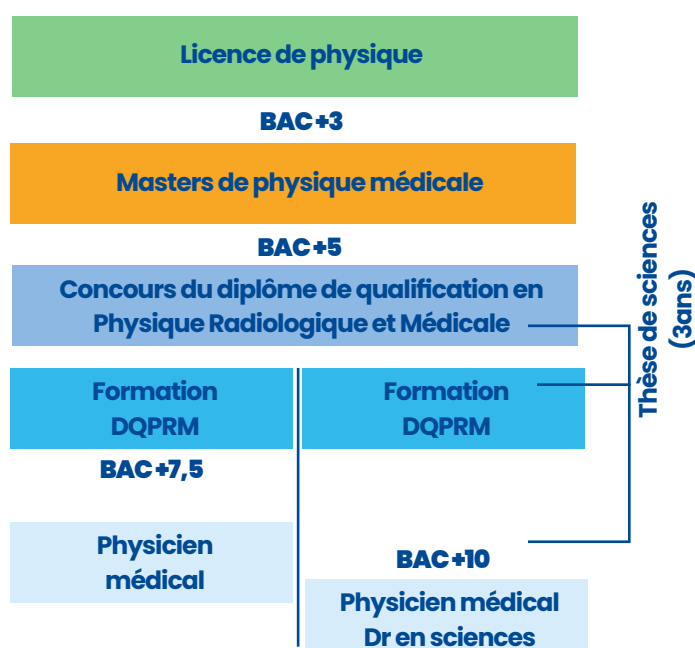
■ De nombreuses actions doivent être validées avant réalisation par le CNP.

2. Formation des physiciens médicaux

2.1 Formation initiale des physiciens médicaux

Le schéma ci-dessous résume la formation type d'un étudiant se préparant à devenir physicien médical en France. Il peut commencer à intégrer un parcours orienté physique médicale dès le master 1 jusqu'à la fin de la formation dédiée soit BAC+7,5 ans complété ou non par une thèse de sciences.

Schéma de la formation type d'un physicien médical en France



2.1.1 Master de physique médicale

Actuellement en France, l'arrêté du 27 juin 2024 fixe la liste des sept masters compatibles avec l'exercice des missions du physicien médical et permettant l'inscription au concours d'accès à la formation spécialisée du DQPRM :

■ **Master mentions "physique et ingénierie de la santé"**, parcours "physique médicale" délivré par l'université de Grenoble-Alpes,

■ **Master mention "électronique, énergie électrique, automatique"**, parcours radiophysique médicale et génie biomédicale, spécialité radio-physique médicale délivré par l'université Paul Sabatier de Toulouse,

■ **Master mention "physique"**, parcours "radio-physique médicale", délivré par l'université Paris-Sud,

■ **Master mention "physique fondamentale et applications"**, parcours "rayonnements ionisants et applications médicales" délivré par l'université de Nantes,

■ **Master mention "physique"**, parcours "physique biologique et médicale" délivré par l'université Lille-I,

■ **Master mention "physique fondamentale et applications"**, parcours "physique médicale" délivré par l'université Rennes-I,

■ **Master mention "physique et technologies des rayonnements pour l'industrie et la physique médicale"** délivré par l'université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand.

Pour être accrédités les masters doivent délivrer un ensemble d'enseignements minimum sur des prérequis généraux de physique, les rayonnements ionisants et leur détection, la dosimétrie des rayonnements ionisants, la simulation, modélisation et statistiques, les techniques d'imagerie en médecine, la radiobiologie et la radioprotection.

2.1.2 Diplôme de Qualification en Physique Radiologique et Médicale

La formation actuelle des physiciens se conclut à BAC+7,5 par le Diplôme de Qualification Professionnelle en Physique Radiologique et Médicale (DQPRM). Créé en 1996, il est organisé au sein de l'Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires (INSTN) en collaboration avec la Société Française de Physique médicale (SFPM). L'admission des candidats au DQPRM se fait uniquement par concours. Peuvent se présenter au concours les titulaires d'un master 2 ac-

crédités de physique médicale et les titulaires d'un master de physique justifiant une expérience professionnelle d'au moins 6 mois couvrant tout ou partie des domaines des rayonnements ionisants et de la dosimétrie ainsi que les domaines des techniques d'imagerie médicale après analyse du dossier du candidat et validation par le bureau exécutif du DQPRM. Le nombre de places est fixé par le Ministère chargé de la santé (DGOS) sur avis du Conseil d'enseignement de la formation. Celui-ci est fixé à 50 pour la rentrée de septembre 2025. Les épreuves du concours portent sur la physique et la dosimétrie des rayonnements ionisants et les techniques d'imagerie en médecine.

L'ingénierie de la formation est réalisée sur la base d'un référentiel activité compétence entre la DGOS et la SFPM. La formation est organisée selon le schéma ci-dessous et est constituée :

■ De **6 mois de cours théoriques dispensés** à l'INSTN et répartis entre le début de la formation et à mi-parcours,

■ De **4 semestres de stages dans des établissements hospitaliers français** (CHU, CH/CHR ou CLCC) dans les domaines de la radiothérapie, radiologie et médecine nucléaire. Au cours des trois premiers semestres, les stagiaires doivent acquérir des compétences du métier au travers d'actions cliniques et en étant guidée par des fiches dédiées identifiant les acquisitions minimales attendues. Le dernier semestre de stage est composé de missions cliniques et d'un projet scientifique de développement qui doit être présenté sous forme de rapport écrit à l'INSTN.

Schéma de l'organisation de la formation des physiciens médicaux au DQPRM

OPTION 1

Cours INSTN

Radiologie et médecine nucléaire S1

Radiothérapie S2

OPTION 2

Cours INSTN

Radiothérapie S1

Radiologie et médecine nucléaire S2

2.2 Universitarisation

Actuellement, la formation délivrée par l'INS-TN n'a pas de valence universitaire. Cependant, conformément au souhait du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche relatif à l'universitarisation des formations des professionnels de santé, un projet est en cours de réflexion pour que la formation des physiciens médicaux soit liée à une université partenaire et le plus vraisemblablement en santé.

La possibilité d'intégrer un doctorat d'exercice à la formation est également en réflexion pour une meilleure reconnaissance du niveau acquis des connaissances scientifiques et professionnelles au bout des 7,5 ans actuels d'étude post baccalauréat, mais également pour une meilleure reconnaissance des responsabilités du physicien médical dans les établissements de santé. En effet les physiciens médicaux sont dans le livre II du code de la santé publique au même titre que les pharmaciens mais une disparité très forte de reconnaissance des physiciens médicaux au sein des établissements de santé existe à l'échelle du territoire.

Actuellement, en France, 10% des physiciens médicaux sont titulaires d'une thèse de sciences, 5% appartiennent à une équipe de recherche et 2% possèdent une habilitation à diriger des recherches. Pour ces derniers des discussions sont en cours pour créer une filière hospitalo-universitaire par la mise en place de postes universitaires identifiés en physique médicale. Cela nécessite une modification de l'arrêté du 15 juin 1992 listant les sections et sous-sections des CNU. Les trois sous-sections de CNU des professions médicales avec lesquelles les physiciens médicaux travaillent (43.01 pour la médecine nucléaire, 43.02 pour l'imagerie médicale, 47.02 pour l'oncologie radiothérapie, médicale, chirurgicale, et biologique) ont donné leur accord pour la création d'une option de physique médicale au sein de leur CNU et soutiennent fortement la création de cette filière hospitalo-universitaire pour une collaboration à la fois dans l'enseignement mais aussi dans la recherche et l'innovation.

2.3 Formation continue des physiciens médicaux

Depuis l'ordonnance 2017-48 du 19 janvier 2017, les physiciens médicaux sont des professionnels de santé et sont soumis à l'obligation de Développement Professionnel Continu (DPC). Ainsi les

mêmes obligations de certifications périodiques citées au chapitre 2 sur les oncologues médicaux s'appliquent aux physiciens médicaux.

Le conseil national professionnel des physiciens médicaux (CN2PM) travaille avec l'ANDPC pour définir les orientations prioritaires sur des périodes de 3 ans. Par exemple sur la période 2022-2025, trois types d'orientations concernaient les physiciens médicaux :

■ **Orientations générales** pouvant s'appliquer aux physiciens médicaux

■ **Orientations particulières aux médecins** spécialisés en radiologie et imagerie médicale et aux physiciens médicaux

■ **Orientations particulières aux physiciens médicaux** avec la fiche de cadrage N°254 qui concerne l'implémentation clinique des nouvelles techniques thérapeutiques utilisant les rayonnements ionisants » mais aussi la fiche N°255 « Implémentation clinique des nouvelles techniques d'imagerie médicale ».

Le CN2PM propose un registre de formation des physiciens médicaux qui s'inscrit dans une démarche de quantification et d'évaluation du développement professionnel continu des physiciens médicaux. L'inscription est une démarche volontaire. Le fonctionnement du registre suit les recommandations de l'European Federation of Organizations for Medical Physics (EFOMP) avec des adaptations pour prendre en compte les obligations de développement professionnel continu (DPC) spécifique aux professionnels de santé en France.

A noter que le physicien médical comme tout professionnel de santé du domaine de la radiothérapie externe et de la curiethérapie est soumis à une obligation de formation continue sur la radioprotection patients (fréquence 7 ans) et travailleur (fréquence 2 ans).

3. Formation des dosimétristes

Comme abordé dans le chapitre 2, la demande en dosimétristes est en constante augmentation. En dépit de la croissance de ce secteur, la profession de dosimétriste n'est toujours pas réglementée en France. Cela signifie qu'il n'existe pas de cadre législatif ou de norme officielle qui détermine les qualifications minimales requises pour exercer en tant que dosimétriste. Ce manque de réglementation est également accompagné de l'absence de formation officielle reconnue à l'échelle nationale. Cette situation peut mener à des disparités dans la qualité des formations et des compétences de ces profes-

sionnels. Contrairement à d'autres professions paramédicales, pour lesquelles des cursus spécifiques sont bien définis, les dosimétristes doivent s'appuyer sur des formations non reconnues officiellement, voire sur des formations internes dispensées par des médecins médicaux, ou sur des formations ponctuelles organisées par des centres de référence. D'après un sondage réalisé en 2023 auprès d'un échantillon de 239 dosimétristes, on estime qu'environ 40% ont été formés en interne sans diplôme spécifique. Face à ce vide, quelques initiatives locales de formation avaient émergé pour répondre au besoin du secteur. Devant l'absence de reconnaissance officielle, plusieurs d'entre elles ont été contraintes de fermer. Actuellement, seules deux formations sont encore en activité :

■ Une **licence professionnelle Métiers de la santé** : technologie parcours Dosimétrie et Radioprotection médicales (DORA) à l'IUT de Belfort Montbéliard sur 2 semestres avec stage de 4 mois (formation classique) ou de 33 semaines (formation en alternance).

■ Un **DU Dosimétrie à l'Université d'Aix Marseille** exclusivement ouvert en Formation Continue pour la reconversion professionnelle de manipulateurs radio déjà affectés dans des services radiothérapie depuis au moins 2 ans et à la formation tout au long de la vie des personnels dosimétristes de ces mêmes services.

Dans ce contexte et face à une augmentation des exigences en termes d'habilitation des professionnels exerçant en radiothérapie, il paraît essentiel de mettre en place une formation officiellement reconnue, qui offre un enseignement conforme à un référentiel de compétences validé. De plus, il est important que cette formation reste ouverte à des parcours diversifiés pour permettre d'apporter une réponse cohérente à la demande de formation des professionnels du secteur. D'une part, pour garantir l'équilibre actuel des profils au sein des services, et d'autre part, pour être en accord avec la réalité actuelle de pénurie de MERM en radiothérapie. Cette formation pourrait prendre la forme d'un diplôme d'État de dosimétriste dont le contenu serait réglementé. Elle pourrait à plus long terme également être intégrée dans le système LMD (License Master Doctorat) dans le cadre de l'universitarisation des métiers de la radiothérapie. Cela contribuerait à augmenter l'attractivité de la profession en offrant des perspectives de carrière bien définies, renforçant ainsi la stabilité et la pérennité du métier.

4. Formation des MERM

En France, l'admission à la formation initiale de Manipulateur d'Électroradiologie Médicale (MERM) est conditionnée à l'obtention du baccalauréat. La sélection des étudiants se fait sur la plateforme Parcoursup. Selon le Comité d'harmonisation des Centres de Formation de MERM, en 2024, 50 000 candidatures ont été recensées pour l'ensemble des formations MERM, pour un peu plus de 2 000 places sur le territoire. Cinquante-huit pourcents des étudiants sont titulaires d'un bac général à orientation scientifique, 37 % d'un bac technologique (majoritairement de la filière ST2S), et enfin, 4 % des effectifs sont constitués d'étudiants en formation professionnelle. Cette formation, d'une durée de trois ans, couvre l'ensemble des domaines d'exercice du MERM : imagerie diagnostique, médecine nucléaire, électrophysiologie et radiothérapie. Depuis 2020, 10 nouveaux centres de formation ont ouvert leurs portes pour répondre au besoin croissant de MERM, portant le nombre total de centres à 56. Un peu plus de la moitié de ces établissements relèvent du ministère de l'Éducation nationale et délivrent un Diplôme de Technicien Supérieur (DTS), tandis que l'autre partie dépend du ministère de la Santé et délivre un Diplôme d'État (DE). Les DTS sont rattachés à des lycées, tandis que les DE dépendent d'un hôpital support.

4.1 Formation initiale

Suite au processus de Bologne, le programme de formation conduisant au Diplôme MERM a été totalement refondu en 2012, permettant ainsi l'obtention d'un grade de licence. Toutefois, en l'absence de master dédié, les poursuites d'études restent rares.

Concernant la radiothérapie, son enseignement s'inscrit sur les trois années de formation. Quatre Unités d'Enseignement (UE) sont totalement dédiées à la radiothérapie pour un total d'environ 200 heures, renforcées par deux UE dites intégratives permettant le développement d'un raisonnement clinique en situations professionnelles. À cela s'ajoute un grand nombre d'UE fondamentales (physique fondamentale, oncologie, biologie...) et transversales (hygiène, communication, éthique, initiation à la recherche). Le référentiel de formation, qui définit le contenu des UE, ne répond pas à la totalité des exigences du Core Curriculum de l'ESTRO ni aux standards définis par l'AIEA. Des domaines comme la do-

simétrie, l'IGRT ou la SGRT, par exemple, ne sont pas suffisamment couverts dans le programme actuel. Une mise à jour du programme français est donc nécessaire pour aligner la formation sur les compétences attendues à l'échelle internationale. Avec seulement 10 % des stages obligatoirement effectués en radiothérapie sur les trois années, soit 6 semaines sur les 60 que compte la formation, la durée de stage clinique est également insuffisante à l'acquisition des compétences attendues en fin de cursus. Enfin, l'impossibilité pour les formateurs de prétendre à un statut de bi-appartenance institut/université freine les vocations doctorales et, de fait, la possibilité de carrières universitaires, au détriment du développement d'une culture de la transmission du savoir fondée sur les preuves. L'ouverture à une possibilité d'exercice mixte institut/hôpital pourrait également être un levier pour renforcer la qualité des contenus pédagogique en assurant une mise à jour continue des savoirs transmis, en lien direct avec les évolutions du terrain.

4.2 Formation continue

Dans un contexte où les technologies de la radiothérapie évoluent rapidement et où les exigences en matière de qualité et de sécurité des soins ne cessent de croître, la formation continue des MERM en radiothérapie revêt une importance stratégique. Conformément aux recommandations de l'ESTRO et de l'AIEA, le développement professionnel continu doit permettre aux MERM d'acquérir et de maintenir un niveau d'expertise en phase avec les standards internationaux, tout en renforçant leur implication dans la recherche et les coopérations interprofessionnelles.

4.2.1 Des dispositifs de formation en structuration

L'offre actuelle de formation continue en radiothérapie reste lacunaire et peu harmonisée à l'échelle nationale. Si certaines initiatives voient le jour, elles restent encore insuffisamment déployées et les lacunes en formation initiale sont comblées par le partage d'expérience et la formation interne aux centres de radiothérapie. Le Diplôme d'Université (DU) «Pratiques cliniques en radiothérapie pour les manipulateurs» proposé par Gustave Roussy Université Paris-Saclay constitue une avancée significative en offrant un approfondissement des compétences cliniques et techniques des MERM. Cette formation spécialisée permet d'accompagner des projets de coopération, de développer le leadership des

MERM et de répondre aux attentes des centres de radiothérapie confrontés à une complexification croissante des traitements.

Parallèlement, afin de répondre aux obligations DPC de la profession de MERM, il est nécessaire d'élaborer de nouvelles fiches de cadrage et d'actions de formation continue DPC en radiothérapie en ligne avec les besoins de développement des compétences. L'actualisation et l'extension des formations DPC, avec une implication accrue des organismes de développement professionnel continu (ODPC), sont essentielles pour accompagner la montée en compétences des MERM.

4.2.2 Renforcer les coopérations et faire émerger une pratique avancée

Au-delà des formations techniques, un enjeu majeur réside dans le développement du leadership des MERM en radiothérapie. La Haute Autorité de Santé (HAS) encourage le renforcement des coopérations interprofessionnelles afin d'optimiser la prise en charge des patients. Une accélération de ces coopérations passe par une formation continue adaptée, permettant aux MERM d'endosser des rôles clés au sein des équipes de soins, notamment dans la gestion et la validation des imageries de repositionnement, la surveillance clinique des patients traités par radiothérapie, l'implication dans la mise en œuvre des séances de radiothérapie adaptative. Un pas supplémentaire pourrait être franchi avec la reconnaissance d'un métier de MERM en pratique avancée. Ce modèle de pratique avancée, inspiré de l'expérience internationale, permettrait aux MERM d'assumer des responsabilités élargies et autonome, notamment dans l'information, la surveillance clinique, la délinéation, la gestion des imageries, l'optimisation des protocoles de traitement et l'interface avec les patients. Sa mise en place nécessite une évolution réglementaire et un programme de formation spécifique, en cohérence avec les standards de l'ESTRO. Une proposition de référentiel de compétences de niveau master2 dans le contexte français a été publiée en ce sens en 2024.

Ainsi, la formation continue des MERM en radiothérapie doit s'inscrire dans une dynamique de structuration et de reconnaissance professionnelle, avec un double objectif : garantir la qualité et la sécurité des soins aux patients et faire émerger une nouvelle génération de professionnels capables d'innover et de contribuer activement à l'évolution de la spécialité.

9

Recherche et développement

Trois objectifs majeurs guident la recherche médicale appliquée à l'oncologie radiothérapie : améliorer l'efficacité des traitements, limiter la toxicité des traitements et améliorer la qualité de vie.

Pour atteindre ces objectifs, les travaux de recherche concernent :

I La recherche fondamentale ou appliquée. Pour la radiothérapie qui est souvent dénommée radiobiologie. Elle vise à approfondir la compréhension de la biologie des cellules saines et cancéreuses ainsi que l'impact des traitements sur ces cellules.

I La recherche clinique. Elle vise à démontrer sur patients, selon la phase de l'étude, la tolérance, la supériorité ou la non-infériorité d'un nouveau traitement par rapport à un traitement de référence. En radiothérapie, il s'agit d'évaluer des nouvelles associations thérapeutiques ou modalités d'administration en termes de contrôle tumoral, de taux de guérison, de survie et de tolérance.

I Les développements technologiques. Ils se concentrent sur l'amélioration des équipements matériels et logiciels utilisés en radiothérapie. Les travaux concernent les accélérateurs, les dispositifs d'imagerie, les logiciels de calcul, avec l'arrivée massive récente de solutions utilisant l'intelligence artificielle. L'objectif est d'optimiser les résultats cliniques, de réduire les coûts ou d'améliorer la sécurité.

Au cours des vingt dernières années, la radiothérapie a connu un essor technologique considérable, tirant profit des développements de l'imagerie, de la robotisation et de l'intelligence artificielle, apportant un bénéfice clinique avéré. Toutefois, la

France a joué un rôle limité dans ce développement, qui reste majoritairement porté par l'industrie, basée en Europe du Nord et aux Etats-Unis et plus récemment en Chine. En raison de l'absence de constructeur national, hormis quelques éditeurs de logiciels, les équipes françaises se concentrent principalement sur les volets de la radiobiologie et de la recherche clinique. Plus récemment, des développements technologiques portant sur la radiothérapie à ultra-haut débit de dose (« radiothérapie Flash » par exemple) et le développement de nouveaux agents médicamenteux radiosensibilisants par nanoparticules sont portés par des entreprises françaises.

1. Les avantages de l'implication en recherche

S'engager dans la recherche présente plusieurs bénéfices :

I Diffusion et amélioration des pratiques : la participation à des essais cliniques favorise l'adoption des innovations et garantit une amélioration continue des soins grâce aux exigences de contrôle qualité.

I Motivation des équipes : l'implication dans la recherche renforce l'attractivité des centres pour le recrutement de professionnels qualifiés (médecins, physiciens, etc.).

I Élévation des standards de soins : la rigueur méthodologique de la recherche bénéficie à l'ensemble des traitements prodigués.

I Renforcement de la réputation et de l'attractivité de l'établissement : l'implication dans la recherche consolide son image et attire davantage de patients, augmentant ainsi son activité et ses ressources.

I Reconnaissance nationale et internationale :

la participation à la recherche est souvent déterminante pour asseoir la notoriété d'un centre et lui permettre d'établir des collaborations ou d'attirer des chercheurs de haut niveau, notamment par l'activité de publications scientifiques.

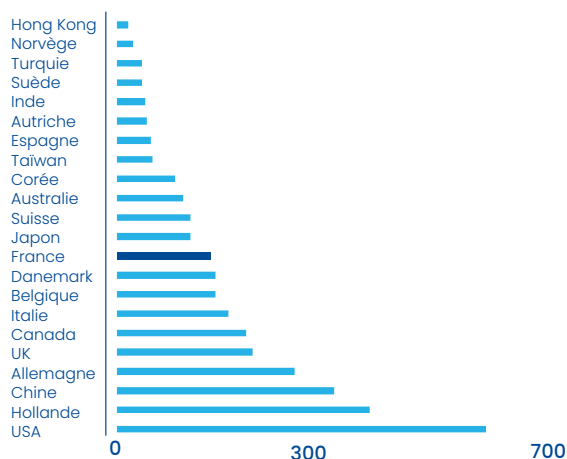
Malgré une présence réelle sur la scène internationale, la visibilité des équipes françaises en radiobiologie, en radiophysique, et recherche clinique reste en deçà de celle d'autres pays au développement économique comparable. Ce retard s'explique notamment par un déficit en équipements et un manque de ressources humaines et financières.

Dans la suite de ce chapitre, nous examinerons les obstacles liés à l'organisation et au financement de la recherche, les avancées réalisées ainsi que les thématiques porteuses des meilleures perspectives.

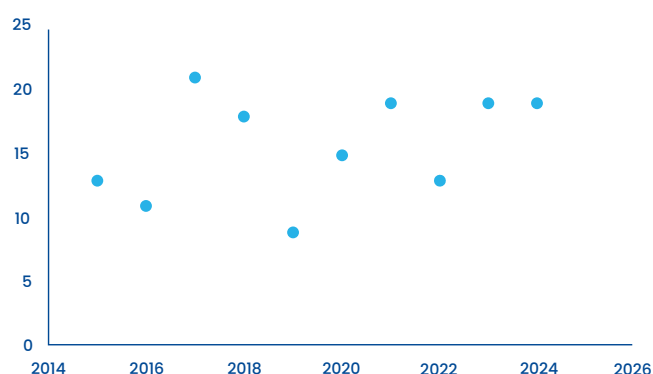
1 Nombre d'articles de recherche provenant des équipes françaises au sein du journal européen de radiothérapie « Radiotherapy & Oncology » entre 2015 et 2024 A

Nombre total de publications par pays, B :
nombre annuel de publications provenant d'équipes françaises

Nombre de publications dans Radiotherapy & Oncology /pays

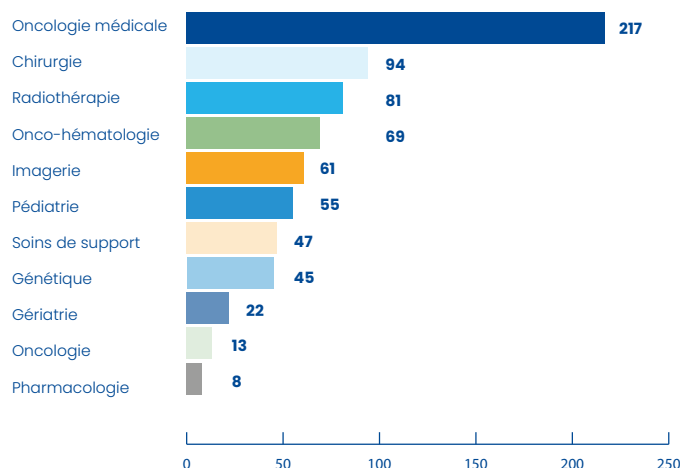


Nombre de publications dans Radiotherapy & Oncology /an



2 Répartition des publications provenant d'équipes françaises dans le journal Radiotherapy & Oncology selon la section de publication

Répartition des publications provenant d'équipes françaises dans le journal Radiotherapy & Oncology selon la section de publication



2. Favoriser le développement de la recherche en radiothérapie en France

2.1 Forces et faiblesses de la recherche en radiothérapie en France

L'application rapide des avancées scientifiques en radiothérapie est une responsabilité éthique envers les patients. Pourtant, ce domaine souffre d'un manque de soutien industriel, contrairement aux traitements médicamenteux fortement financés par l'industrie pharmaceutique. Les fabricants d'équipements radiothérapeutiques se concentrent surtout sur le développement technologique, secteur où la France est peu impliquée, et ne financent pas les études cliniques pouvant démontrer le bénéfice de ces nouvelles technologies.

Le tableau XX présente la part des publications de la revue *Radiotherapy & Oncology*, revue médicale de référence de la société européenne de radiothérapie (ESTRO) dont l'auteur-correspondant est un chercheur d'une équipe française. Depuis 2015, les équipes françaises publient un nombre stable d'articles scientifiques dans le domaine de la radiothérapie, moins que leurs voisins du nord de l'Europe, tout particulièrement en comparaison avec les pays de taille de population et de richesse similaire, notamment pour ce qui concerne la physique médicale (Figure et Tableau XX). À noter néanmoins, que ces chiffres ne sont pas disponibles pour le journal de référence pour la physique médicale (*European Journal of Medical Physics*).

Le manque de chercheurs est un autre frein. Peu d'internes en radiothérapie poursuivent un master 2 (13%) ou un doctorat, et 33% des M2 sont effectués en radiobiologie (abstract 1888: Master of Science during Radiation Oncology Residency A French overview. Larnaudie, Audrey et al. *Radiotherapy and Oncology*, Volume 194, S2688 – S2689). Une politique d'incitation à la recherche est essentielle pour motiver la nouvelle génération. Par ailleurs, la recherche clinique est insuffisamment structurée en France. Dans les hôpitaux publics, elle manque de services dédiés, tandis que dans les centres libéraux, elle repose souvent sur l'initiative individuelle. Le renforcement des équipes, notamment avec des attachés de recherche clinique, des MERM, des médecins radiothérapeutes et des physiciens médicaux bénéficiant de temps protégé pour la recherche, est une cible majeure.

Alors que la plupart des financements par l'industrie pharmaceutique ne sont pas accessibles

aux oncologues radiothérapeutes, les financements publics ou associatifs sont indispensables aux financements de projet de recherche portant sur la radiothérapie. La figure XX rappelle que la majorité des financements par le PHRC-K sont attribués dans le domaine de l'oncologie médicale et que l'oncologie radiothérapie ne bénéficie que d'une minorité de financements, derrière les projets de chirurgie (figure XX). Il est souhaitable de renforcer cet effort, d'autant que le financement académique de la recherche garantit à la fois l'indépendance vis-à-vis des intérêts économiques et la publication systématique des résultats, quelle qu'en soit l'issue, contrairement aux essais financés par l'industrie.

2.2 Faciliter le développement de la recherche clinique

L'évaluation des progrès en radiothérapie est entravée par la difficulté d'appliquer les essais randomisés de phase III, pourtant considérés comme la référence par la HAS. Contrairement aux essais médicamenteux, les études comparant des techniques radiothérapeutiques sont complexes en raison des coûts élevés et des enjeux éthiques : il est difficile de justifier l'exposition d'un patient à une technique délivrant plus de dose aux tissus sains.

Une autre difficulté réside dans le choix de l'objectif principal. Faut-il se concentrer sur le contrôle local, en considérant que la radiothérapie agit principalement sur la zone traitée avec un impact limité à distance, ou privilégier un objectif de guérison et de survie ? Certaines rechutes situées en dehors de la zone traitée, impossibles à prévenir par un traitement local, créent un biais statistique qui peut minimiser ou masquer le bénéfice local. Dans les situations où la radiothérapie est très efficace et le risque de rechute faible, faut-il plutôt axer les comparaisons sur l'amélioration de la tolérance ? Les financeurs institutionnels favorisent les études randomisées démontrant un bénéfice en termes de survie, au détriment d'autres objectifs pourtant légitimes, notamment en matière de qualité de vie des patients.

De plus, les essais randomisés nécessitent de larges effectifs de patients sélectionnés selon des critères précis (âge, absence de comorbidités sévères, traitements antérieurs, etc.) et s'étendent sur plusieurs années. Cette durée, combinée aux avancées techniques en radiothérapie et aux évolutions diagnostiques ou thé-

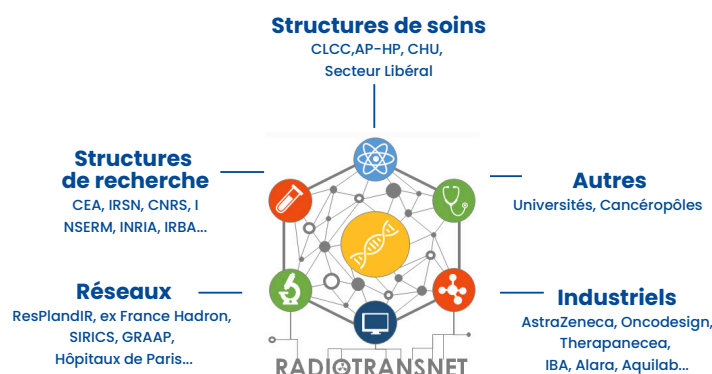
rapeutiques, peut limiter la transposabilité de leurs résultats à l'ensemble des patients traités. D'autres approches doivent être encouragées, comme les essais randomisés de phase II, les études de cohortes multicentriques ou les modèles mathématiques. Ces méthodes nécessitent moins de patients, sont plus rapides et plus adaptées à la radiothérapie. Cependant, peu d'équipes de biostatistiques se consacrent à ce domaine.

Les études de cohortes, contrôlées, prospectives et multicentriques, constituent une alternative plus rapide et moins coûteuse, offrant des résultats probablement plus généralisables à l'ensemble de la population concernée. Pour certaines problématiques, elles apparaissent comme la seule méthode applicable et devraient donc pouvoir bénéficier de financements académiques. Il serait envisageable de financer des études portant sur les techniques innovantes de radiothérapie par le « forfait innovation » et/ou sur une valorisation spécifique temporaire type RIHN (cf. supra) comme cela a été le cas pour des études de traitements chirurgicaux innovants afin de permettre la prise en charge forfaitaire du traitement par la CPAM, financé sous condition d'une étude validée par la HAS. Les essais combinant radiothérapie et traitements systémiques bénéficient d'un meilleur soutien financier, notamment de l'industrie pharmaceutique. La participation des oncologues radiothérapeutes est cruciale pour encadrer ces études, notamment celles sur les thérapies ciblées. L'INCa a labellisé des centres de phase précoce spécialisés dans ces nouvelles approches, mais un développement structuré est encore nécessaire.

2.3 Faciliter le développement de la recherche fondamentale et de transfert

RadioTransNet, Réseau National de Recherche Préclinique en Radiothérapie, a été fondé grâce au soutien de l'Institut National du Cancer (INCa) fin 2018 et renouvelé en 2022. Son principal objectif est de proposer une structuration nationale cohérente, transversale, de la recherche préclinique et translationnelle en radiothérapie oncologique. RadioTransNet est coordonné par la Société Française de Radiothérapie Oncologique (SFRO), et co-coordonné par la Société Française de Physique Médicale (SFPM).

Le réseau regroupe un total de 90 partenaires



4 thématiques de recherche préclinique ont été identifiées :

- définition des **volumes cibles**
- interaction des **radiations ionisantes** avec les tissus
- traitements **combinés**
- approches modernes de **calcul de doses**

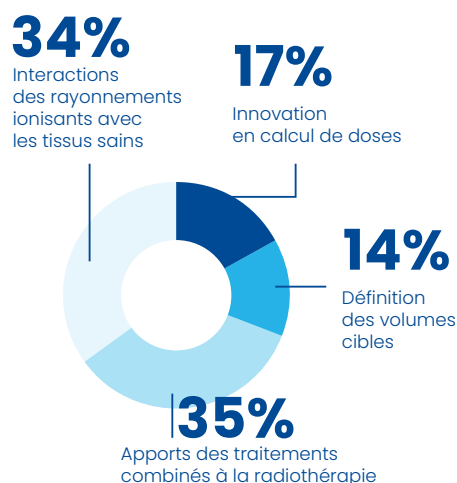
RadioTransNet a pour objectif de promouvoir l'implication dans la recherche préclinique des jeunes oncologues radiothérapeutes, physiciens et chercheurs académiques, en les intégrant au sein du comité de pilotage, des groupes de travail pour chaque thématique, et par le financement annuel d'une bourse de Master2 et la diffusion de connaissances scientifiques par des workshops sur des thématiques dédiées, par la session scientifique lors du congrès annuel de la SFRO, et lors du congrès biennal de RadioTransNet.

Principales actions de RadioTransNet :

- Création d'un observatoire de la recherche préclinique en radiothérapie, inventoriant les laboratoires de radiobiologie en France, leurs thèmes de recherche, ressources humaines et technologiques, ainsi que leurs financements.

Points clés des données de l'Observatoire (2022/23) :

- Près de la moitié des laboratoires de recherche préclinique en radiothérapie sont situés en Ile de France
- Plus de 80% sont affiliés à une université, 55% sont labellisés INSERM, et pour les autres, rattachés au CNRS, CEA ou IRSN.
- Répartition des axes de recherche sur le territoire français



Les forces vives impliquées dans les axes de recherche mobilisent un nombre restreint de personnel (<5 personnes pour 28% des structures ; de 5 à 10 personnes pour 42% d'entre elles), et pour beaucoup, chercheurs non statutaires, post-doctorants et ITA/ITRF non statutaires

38% des structures ont une infrastructure et/ou plateforme identifiée (irradiateur du petit animal, imagerie du petit animal)

Les ressources financières reposent essentiellement sur des financements sur AAP.

Elaboration d'une feuille de route basée sur les synthèses de quatre thématiques, permettant le financement de quatre projets via l'appel dédié « Limiter les séquelles et améliorer la qualité de vie » (SEQ-RTH22) de l'INCa³.

Recommandations

Recommandation 1

Accompagner les équipes de radiothérapies pour déposer et être compétitives dans les appels à projets, développer les financements de la recherche clinique.

Recommandation 2

Mieux former à la recherche les équipes de radiothérapie :

Soutien pour financement ARC dans services publics et libéraux, possiblement à travers le ciblage de l'argent des MERRI vers ces postes ; développement de cursus d'attachés de recherche cliniques pour des manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM)

Valorisation des internes poursuivant en M2 pendant l'internat comme une sixième année d'internat

Développer la recherche paramédicale par les MERM, IPA et IDE en radiothérapie et curiethérapie y compris soins de supports

Création de poste académique de MERM recherche avec temps protégé enseignement et recherche à 50 % à l'image des médecins HU

Orienter les MERM vers M2 recherche voire PhD et HDR

Création de postes académiques de physiciens médicaux avec temps protégé enseignement et recherche à 50 % à l'image des médecins HU.

Orienter les PM vers PhD et HDR.

Création d'un CNU de physique médicale.

Postes de médecins-chercheurs en cancérologie en sus des postes HU.

¹Bayart E, Azria D, Balosso J, Benderitter M, Cohen-Jonathan Moyal E, Delpon G, et al. RadioTransNet, the French network for preclinical research in oncological radiotherapy. Cancer Radiother. 2019 Oct;23(6-7):609-616. doi: 10.1016/j.canrad.2019.07.155.

²Maingon P, Marchesi V, Azria D, Balosso J, Deutsch É, Cohen Jonathan-Moyal É, et al. RadioTransNet: Preclinical research network coordinated at the SFRO and SFPM. Cancer Radiother. 2022 Feb-Apr;26(1-2):108-115. doi: 10.1016/j.canrad.2021.08.003.

³Bayart É, De Crevoisier R, Laprie A, Milliat F, Prezado Y, Marchesi V, et al. RadioTransNet, Radiotherapy Translational and Preclinical Research Network: Results from the dedicated French cancer institute (INCa) call for projects. Cancer Radiother. 2023 Sep;27(6-7):499-503. doi: 10.1016/j.canrad.2023.06.019.



Centre Antoine Béclère
47 rue de la Colonie
75013 PARIS
T. 06.86.96.56.37
secretariat@sfro.fr

sfro.fr

