

LA GAZETTE DE LA PM



Dossier : Physicien Médical Sans Frontières

D. Taisant *V. Martin, F. Hubaille, T. Salbaing* *B. Sann Chanthou*

**Syndicat Mixte des
Physiciens Médicaux**

P. Tiv, J. Demoucron

**Articles
Scientifiques**

A. Hadj Henni

M. Edouard et al.

**Irradiation de la femme
enceinte en radiothérapie**

M. Edouard



UN TOURNANT POUR L'ARCTHERAPIE

Découvrez **RapidArc Dynamic**, une transformation radicale de la planification et du traitement, conçue pour vous apporter une grande souplesse de traitement

En savoir plus sur varian.com/rapidarc-dynamic

varian | RapidArc Dynamic
A Siemens Healthineers Company

Non disponible à la vente sur tous les marchés.
© 2025 Varian Medical Systems, Inc. VARIAN and RAPIDARC DYNAMIC are trademarks of Varian Medical Systems, Inc., pending or registered U.S. Pat. & Trm. Off. QR700023860

RAYDOSE® EKTELESI BEAM CARE

Un nouveau partenaire, de nouveaux choix



SRTMap

L'innovation pour une radiothérapie de précision

- ✓ **Cartographie 3D de la dose au service de la stéréotaxie :** 1020 chambres à ionisations disposées en 3D dans la SRTMap.
- ✓ **Précision des contrôles :** Volume sensible de 0,01356 cm³ par chambre.
- ✓ **Qualité des mesures :** Aucune dépendance angulaire ou en énergie, aucune atténuation de détection.
- ✓ **Pratique à utiliser :** Transmission des données par Wi-Fi. Aucun câblage compliqué n'est nécessaire.
- ✓ **Polyvalence :** FilmDose en option pour la mesure et l'analyse des films.

En plus de SRTMap, Raydose propose une gamme complète de solutions dédiées à la radiothérapie :



MC Plus CQ quotidien Suivi mensuel	BeamCheck CQ mensuel	2DMap CQ 2D dose	ArcMap CQ 3D dose	Edose Double calcul UM, mesures in Vivo	EKTELESI BEAMCARE distributeur exclusif de Raydose (France et Maghreb) ebc@ektelesi.fr
---	--------------------------------	----------------------------	-----------------------------	---	---

LA GAZETTE DE LA PM

EDITO

Ce troisième numéro de la Gazette de la PM arrive avec un peu de retard – je pourrais dire “comme d’habitude”, mais laissez-moi plutôt dire que l’essentiel est ailleurs : un contenu riche, des entretiens croisés et des sujets qui, je l’espère, sauront vous captiver.

Pour commencer, un échange avec Philippe Tiv et Julien Demoucron, membres du bureau du Syndicat Mixte des Physiciens Médicaux (SMPM). Ils reviennent sur la création du syndicat, son rôle et ce qui se prépare pour la suite. Une lecture qui permet de mieux comprendre pourquoi cette initiative compte vraiment pour notre profession.

Le dossier central de ce numéro est consacré à l’association Physicien Médical Sans Frontières (PMSF). J’ai d’abord eu le privilège de m’entretenir avec l’un des cofondateurs, Daniel Taisant, qui revient sur les débuts de l’association et partage quelques anecdotes marquantes. Je vous laisse découvrir. Place ensuite à une nouvelle génération engagée :



Ahmed Hadj Henni,
Rédacteur en chef

Thibaud Salbaing, Valentine Martin et Fanny Hubaille détaillent les projets en cours et les ambitions à venir. Enfin, il y a le regard de terrain, celui de Bopha Sann Chanthou, au Cambodge, que j’ai eu la chance de connaître à l’Institut Curie en 2013, qui nous livre un témoignage précieux sur son parcours et sa rencontre avec les bénévoles de PMSF. Un dossier qui met en lumière une association remarquable, et qui montre concrètement ce que signifie « transformer des vies grâce à la radiothérapie ».

Je vous propose également une revue de la littérature présentant un état des lieux de la disponibilité des accélérateurs linéaires pour le traitement du cancer en Afrique.

Rédigée en 2024 pour une université romaine, elle fait écho aux actions de PMSF et souligne, chiffres à l’appui, l’ampleur des enjeux.

Ce numéro se conclut par un sujet aussi passionnant que méconnu des physiciens médicaux. À travers un échange et une synthèse d’article, Magali Edouard de l’ASNR nous apporte des clés de compréhension précieuses sur la question sensible de l’irradiation de la femme enceinte en radiothérapie.

Je tiens à remercier chaleureusement l’ensemble des contributeurs de ce numéro pour le temps et la patience qu’ils m’ont accordés. Chacun de ces échanges a été particulièrement enrichissant. Je souhaite également remercier les industriels qui ont choisi de soutenir ces deux derniers numéros via les encarts proposés. un appui essentiel pour faire évoluer la Gazette.

Enfin, un grand merci à notre association, la SFPM, ainsi qu’à sa présidente Laure Parent, pour leur soutien et leur confiance.

Très bonne lecture à toutes et à tous.

01. Syndicat Mixte des Physiciens Médicaux (SMPM)



Un entretien croisé entre, (à gauche) Philippe Tiv (PTiv), et (à droite) Julien Demoucron (JD) conduit par Ahmed Hadj Henni (AHH). Pour faire un point sur le Syndicat Mixte des Physiciens Médicaux (SMPM).

AHH : Bonjour à tous les deux, merci d'avoir accepté cet entretien. Pourriez-vous vous présenter à nos lecteurs ?

PTiv : Philippe Tiv, physicien depuis 2012. J'ai principalement exercé dans des structures privées. D'abord à Versailles, puis à la clinique des Peupliers, à Paris. Depuis maintenant 5 ou 6 ans, je suis très actif dans le milieu associatif, notamment à l'APMP (Association des physiciens du privé). J'ai toujours eu à cœur de défendre les droits des physiciens. D'abord à partir de l'APMP, puis l'idée a germé d'étendre cette démarche à l'ensemble des physiciens, quel que soit le type de structure, d'où l'idée de créer un syndicat.

JD : Julien Demoucron. Je suis physicien en radiothérapie depuis une dizaine d'année au centre hospitalier de Niort. Je me suis rapidement rendu compte que, avec mes collègues, nous étions parfois en difficulté face à certaines problématiques. J'ai d'abord découvert l'existence des associations régionales de physiciens (l'ARPHYCO dans mon cas) qui peuvent être une formidable aide dans certaines situations et j'ai décidé de m'y engager davantage ces dernières années. On m'a ensuite proposé de participer à un groupe de travail sur la création d'un syndicat des physiciens médicaux.

J'ai été très enthousiaste à l'idée de rejoindre ce groupe car j'ai pu observer à plusieurs reprises que les physiciens médicaux sont souvent oubliés lors de décisions institutionnelles dans le secteur public. Ce premier groupe de travail était composé de physiciens du privé, des CLCC, de centres hospitaliers, etc... De nombreuses questions sur notre métier ont été abordées et j'ai pris conscience de notre vulnérabilité par rapport aux autres corporations hospitalières qui sont souvent bien organisées d'un point de vue syndical.

AHH : Philippe, pourrais-tu revenir sur la genèse de la création de ce syndicat ?

PTiv : Au sein de l'APMP, on s'est rendu compte qu'il n'y avait personne pour nous défendre : aucun espace de discussion et pas de leviers d'action. L'APMP a permis de structurer cette dynamique. Nous avons commencé à nous renseigner sur le droit du travail, le droit de la santé, etc. Concrètement, des personnes nous ont posé des questions sur ces thématiques et l'APMP a décidé de solliciter des cabinets d'avocats spécialisés dans le droit du travail. Nous leur avons demandé : « Que pensez-vous du métier de physicien quand vous regardez les textes de loi ? » Les deux cabinets d'avocats que nous avons sollicités nous ont dit qu'ils n'avaient jamais vu une situation aussi floue. Ils avaient tout étudié depuis le procès d'Épinal. Ce document est d'ailleurs à disposition des physiciens de l'APMP. Après un débat lors d'un séminaire avec la SFPM, nous avons pris conscience de l'existence d'un vide juridique. La conclusion a été que, en France, la seule structure juridiquement capable de porter le dialogue social avec les institutions est un syndicat. C'est de là qu'est partie la création d'un groupe de travail sur le sujet. Cela s'est d'abord fait par le bouche-à-oreille, avec l'idée d'intégrer à ce groupe des physiciens provenant de toutes les structures existantes. Les trois associations, l'APMP, la SFPM et le CN2PM, ont soutenu cette initiative.

AHH : Quelles ont été vos premières étapes ?

PTiv : La première étape a été de nous former à la définition d'un syndicat. En effet, parmi nous, personne ne connaissait réellement la définition juridique d'un syndicat, ni ses droits et ses obligations. Le droit n'est pas du domaine de compétence du physicien médical.

JD : J'ai rejoint le groupe de travail à ce moment-là, lorsque l'objectif était de comprendre ce qu'est un syndicat. Pendant toute cette phase, nous avons échangé avec plusieurs acteurs du milieu syndical dont des centrales syndicales. Cela nous a permis de confirmer l'utilité d'un syndicat pour notre profession. Il a fallu ensuite définir son champ d'action. Pouvions-nous regrouper les problématiques du public, des CLCC et du privé, par exemple ? Qu'est-ce qu'un Ordre professionnel et qu'elle est sa différence avec un syndicat ? On s'est rendu compte que les problèmes étaient souvent les mêmes, que l'on soit dans le privé ou dans le public.

Il s'agit principalement de la reconnaissance de notre travail ou de la gestion d'un conflit avec notre employeur. On peut se rapprocher de centrales syndicales existantes mais, souvent, elles ne connaissent pas notre métier.

AHH : Combien étiez-vous dans ce groupe de travail ?

PTiv : Nous avons contacté beaucoup de personnes. Certains sont venus au début, mais ils n'ont pas pu s'investir dans ce projet. Nous étions au final une dizaine de physiciens, dont un noyau un peu plus actif de 4 à 5 personnes.

Nous avons réalisé qu'un syndicat pouvait avoir une très mauvaise image. Est-ce que les physiciens étaient prêts à se lancer dans le dialogue social ? Pour expliquer cette démarche, nous avons pris conscience qu'il fallait s'entourer de professionnels du domaine du droit. L'APMP a permis de financer le lancement de ce projet, en nous permettant de faire appel à des cabinets d'avocats.

Notre principale mission a donc d'abord été pédagogique en expliquant aux physiciens l'intérêt d'avoir un syndicat qui les défend.

AHH : Était-ce une évidence pour vous que les physiciens allaient adhérer à votre idée ?

PTiv : Nous nous sommes dit qu'il était essentiel d'informer les physiciens des missions du syndicat pour que celui-ci réussisse.

Pour pallier le manque de connaissances des physiciens en droit du travail, nous avons donc contacté l'INSTN pour leur expliquer la problématique et leur demander de former les étudiants à ce sujet. Ils ont tout de suite été d'accord et nous avons mis en place, à l'attention des élèves DQPRM, 4 heures de cours dispensées par le cabinet d'avocats avec lequel nous travaillons. Désormais, tous les nouveaux physiciens ont ce bagage.

Pour les physiciens déjà en exercice, nous avons contacté le CN2PM qui nous a permis d'intervenir avec notre cabinet d'avocats lors de trois des "Rencontres du CN2PM". Il fallait prendre du temps pour expliquer notre démarche et sensibiliser le plus grand nombre de physiciens.

Nous avons pris en compte l'avis de tous pour mûrir le projet. Finalement, après deux ans de travail, nous avons décidé de lancer un sondage national qui a montré que la moitié des physiciens en France soutenait la création d'un syndicat et qu'ils étaient prêts à adhérer. Nous sommes donc passés à la phase de création du syndicat, pour laquelle nous avons besoin d'un bureau et d'un conseil syndical.

Concrètement, qui était prêt à s'engager ? Cela demande une participation bénévole sur son temps libre, ce qui a pu freiner l'implication de certains physiciens.

L'idée a été de créer un atelier d'une journée, durant laquelle nous avons invité les physiciens intéressés. Nous avons travaillé à la rédaction d'une première version des statuts du futur syndicat.

Outre l'APMP, nous avons aussi reçu le soutien de la SFPM et du CN2PM pour organiser cette journée. Les associations régionales de physiciens (APHCRA et APMO) se sont aussi investies afin que le projet soit encore plus consultatif et participatif. Lors de cet atelier, nous avons invité, en plus de notre cabinet d'avocats, une ancienne responsable juridique de la CFDT, qui a été d'une aide précieuse. Cet événement a permis de constituer un noyau de personnes qui ont travaillé à la création du syndicat.

AHH : Quelle est la date officielle de création du syndicat ? Et quels sont vos rôles ?

PTiv : Les actes fondateurs du Syndicat Mixte des Physiciens Médicaux (SMPM) ont été posés en juin 2025, lors des Journées Scientifiques (JS) de la SFPM à Nantes. J'en suis le secrétaire général.

JD : Pour ma part, je suis secrétaire au sein du SMPM. Le bureau est composé de physiciens du secteur public, de CLCC et du privé, venus de plusieurs régions. Il est complété par Véronique Bodez, secrétaire générale adjointe (ISC Avignon), Olivier Henry, secrétaire adjoint (CCPSC Boulogne Billancourt), Jean-Marc Nigoul, trésorier (APHM Marseille) et Mohamed Benkreira, trésorier adjoint (IPC Marseille). Nous avons choisi de doubler tous les postes afin de répartir la charge de travail.

PTiv : Nous voulons que ce syndicat reflète la diversité de notre profession à travers son conseil syndical, qui est l'organe décidant des orientations du syndicat. Celles-ci devront être mise en œuvre par le bureau. Nous avons quatre objectifs : que le conseil syndical soit paritaire, qu'il représente toutes les structures (privé, privé à but non lucratif et public, les salariés d'entreprises ou d'organismes comme l'ASNR, les retraités et les étudiants), qu'il représente nos différents domaines d'exercice (radiothérapie, imagerie, médecine nucléaire), et que ses membres soient équitablement répartis sur le territoire.

Ces objectifs ont été atteints. Nous ne voulons exclure personne et nous voulons défendre tous les physiciens.

AHH : Et comment allez-vous déterminer les actions du syndicat ?

PTiv : En donnant la parole aux physiciens médicaux. C'est ensemble que nous déciderons de l'avenir du syndicat. C'est vraiment le message que nous voulons faire passer.

Par l'intermédiaire des membres du conseil syndical, qui sont répartis sur toute la France, les différentes problématiques locales peuvent remonter au syndicat qui déterminera les actions à mener.

Le syndicat est aujourd'hui actif avec un conseil syndical d'une vingtaine de personnes et un bureau exécutif de 6 personnes.

AHH : Peut-on d'ores et déjà adhérer au syndicat ?

PTiv : Oui, c'est maintenant possible. Nous communiquons sur la liste radiophysique mais nous savons qu'elle n'est pas toujours exhaustive. Vous pouvez aussi nous retrouver sur le réseau LinkedIn.

À ce jour, nous avons reçu une centaine d'adhésions. Pour adhérer, il suffit de se rendre sur le site du SMPM (www.smpm-france.com). La cotisation a été fixée grâce à un sondage auprès des médecins médicaux. Elle s'élève à 200 € pour les médecins médicaux en activité et à 70 € pour les retraités restés actifs ainsi que pour les étudiants. Sachez toutefois que, si nous sommes assez représentatifs, ces cotisations syndicales pourront être déductibles des impôts à partir de 2027.

AHH : En ma qualité de médecin individuel, suis-je en droit de représenter ce syndicat au niveau local ?

JD : Oui, ce sera possible d'ici deux ans. Ce sont les deux années durant lesquelles le syndicat doit prouver qu'il est en mesure de représenter la profession. Nous devons montrer que nous avons suffisamment d'adhérents et que les actions menées remplissent les missions d'un syndicat.

AHH : Quelles sont les actions à court et moyen terme que le syndicat prévoit de mettre en œuvre (futurs événements, modalités de participation, objectifs, etc...) ?

PTiv : Il faut disposer de suffisamment de moyens, c'est-à-dire d'un nombre suffisant d'adhérents, pour commencer à mener des actions. Inversement, pour intéresser les gens, il faut déjà proposer des actions. C'est là que l'aide de l'APMP, de la SFPM, du CN2PM et des associations régionales est importante. Nous avons déterminé trois axes prioritaires. Tout d'abord, assurer une bonne communication est primordial : il faut continuer à parler de ce que l'on fait. Beaucoup de médecins ignorent encore l'existence de ce syndicat. Nous sommes intervenus par exemple, lors des dernières rencontres du CN2PM en mars 2026. Nous espérons que cette interview contribuera aussi à faire connaître le SMPM. Nous communiquons régulièrement sur les réseaux sociaux comme LinkedIn.

Ensuite, nous organiserons courant 2026 des cours juridiques à destination de tous les médecins adhérents en distinguant le droit public et le droit privé. Le troisième axe sera de créer un espace de discussion pour fédérer et rassembler.

L'idée est de créer un séminaire à destination de tous les adhérents pour leur permettre de se réunir et d'échanger sur les thèmes d'actualité. Ce séminaire est prévu pour la fin de l'année 2026, probablement à Paris, afin qu'il soit accessible au plus grand nombre.

JD : On a également mis en place un soutien juridique à destination des médecins en difficulté professionnelle dans leur centre. Lorsqu'ils nous contactent, nous prenons du temps pour comprendre leur problématique qui pourra ensuite être transférée à notre cabinet d'avocats si nous n'avons pas les réponses.

Celui-ci analysera la situation et pourra fournir des clés pour résoudre la problématique.

Nous passons par le même cabinet qui dispense des cours aux DQPRM. Il dispose d'une très bonne connaissance de notre métier que n'ont pas les autres avocats.

AHH : Et vous avez déjà été sollicité pour une situation difficile ?

PTiv : Oui, nous avons reçu plusieurs appels de médecins qui souhaitaient nous parler de leur situation individuelle, effectivement difficile.

L'idée, c'est de ne plus être isolé face à des situations qui peuvent être délicates.

Lorsqu'on se trouve dans une situation où les conditions de travail ne sont pas optimales, cela peut mettre en péril la qualité des soins et sa propre santé. Vers qui se tourner ? Le syndicat est désormais là pour vous défendre et pour vous aider.

AHH : Pouvez-vous intervenir directement comme intermédiaire entre le médecin et son institution ?

PTiv : Nous pourrions effectivement le faire d'ici deux ans. Chaque adhérent pourra aussi créer sa section syndicale dans son établissement, à condition qu'il y ait au moins deux personnes de son centre adhérentes au SMPM. Vous pourrez alors vous présenter aux élections du personnel sous l'étiquette du syndicat SMPM. Si vous êtes élu, vous bénéficierez d'un temps dédié pour travailler en tant que délégué du CSE (Comité Social et Economique). Mais surtout, la discussion ne se fera plus entre un individu et sa direction, mais entre un représentant du CSE syndiqué et l'entreprise. Il y aura donc une action locale, mais le syndicat a également pour vocation de défendre les professionnels de la physique médicale au niveau national. Cela peut prendre la forme d'actions de type « lobbying » auprès des institutions, par l'intermédiaire de parlementaires ou de tribunes pour défendre notre métier.

AHH : Ce qui fait la spécificité du SMPM, c'est qu'il est destiné, dans son approche, uniquement aux médecins médicaux, ce qui le différencie de toutes les autres centrales syndicales. Mais est-ce que le syndicat est aussi ouvert à d'autres professions, comme par exemple les dosimétristes ?

PTiv : Non, le SMPM n'a, dans ses statuts, que vocation à défendre les médecins médicaux et il ne pourra légalement pas soutenir un dosimétriste. Notre syndicat a l'avantage d'être une structure indépendante créée par et pour des médecins.

Demain, si un médecin va voir une centrale syndicale, elle ne connaîtra pas bien son métier, d'autant que nous ne représentons qu'une faible proportion des salariés d'une institution. L'inconvénient par rapport à une grande centrale, c'est le manque de moyens humains et financiers. De plus, les centrales sont déjà représentatives des salariés et elles sont des interlocuteurs obligatoires pour l'État. On pourrait imaginer se lier à une des centrales représentatives au niveau national. Y a-t-il intérêt à le faire tout en gardant notre indépendance ? Cette question devra être tranchée par tous les médecins adhérents lors d'un congrès du SMPM par exemple.

AHH : En tant que bénévole, cela doit représenter un travail supplémentaire conséquent ?

PTiv : Oui, mais je tiens à rassurer : nous nous entourons de professionnels qui nous aident à mener nos actions. Si des médecins veulent s'investir, ils sont les bienvenus, ne serait-ce que pour donner leur avis. Le conseil syndical donne les orientations et le bureau est là en soutien. Il ne faut pas craindre une charge de travail supplémentaire trop importante. L'essentiel est que toute personne désireuse de défendre notre profession nous contacte pour nous faire part de ses idées.

AHH : Quelles sont vos attentes pour l'avenir ?

JD : Le premier objectif est de rassembler un maximum de personnes, pour montrer qu'il y a un véritable engagement. Cela permettra au syndicat de disposer des leviers nécessaires pour peser dans les décisions qui nous concernent. C'est indispensable pour nous faire entendre auprès des institutions. L'exemple du dernier décret d'acte qui définit les missions des médecins est une nouvelle illustration de notre poids insuffisant dans les institutions décisionnaires. La présence du SMPM auprès du CN2PM et de la SFPM lors de ce type de discussions sera un atout supplémentaire pour notre profession.

PTiv : Notre objectif est de mener des actions en collaboration avec les différentes associations (APMP, SFPM, CN2PM, associations régionales), avec lesquelles nous travaillons déjà, afin de mieux faire reconnaître notre profession. Il ne faut pas oublier que ce syndicat est né d'un véritable besoin. Aujourd'hui, les médecins ne se sentent pas toujours en mesure d'exercer leur métier dans des conditions réelles de soignants, alors qu'ils sont en première ligne pour garantir les doses d'irradiation délivrées aux patients. Nous avons enfin une structure vers laquelle un médecin pourra se tourner pour dialoguer avec ses confrères sur des problèmes de sa profession.

AHH : Je vous remercie tous les deux pour cet entretien très intéressant. Je ne suis pas encore adhérent au SMPM, mais j'y vais de ce pas...

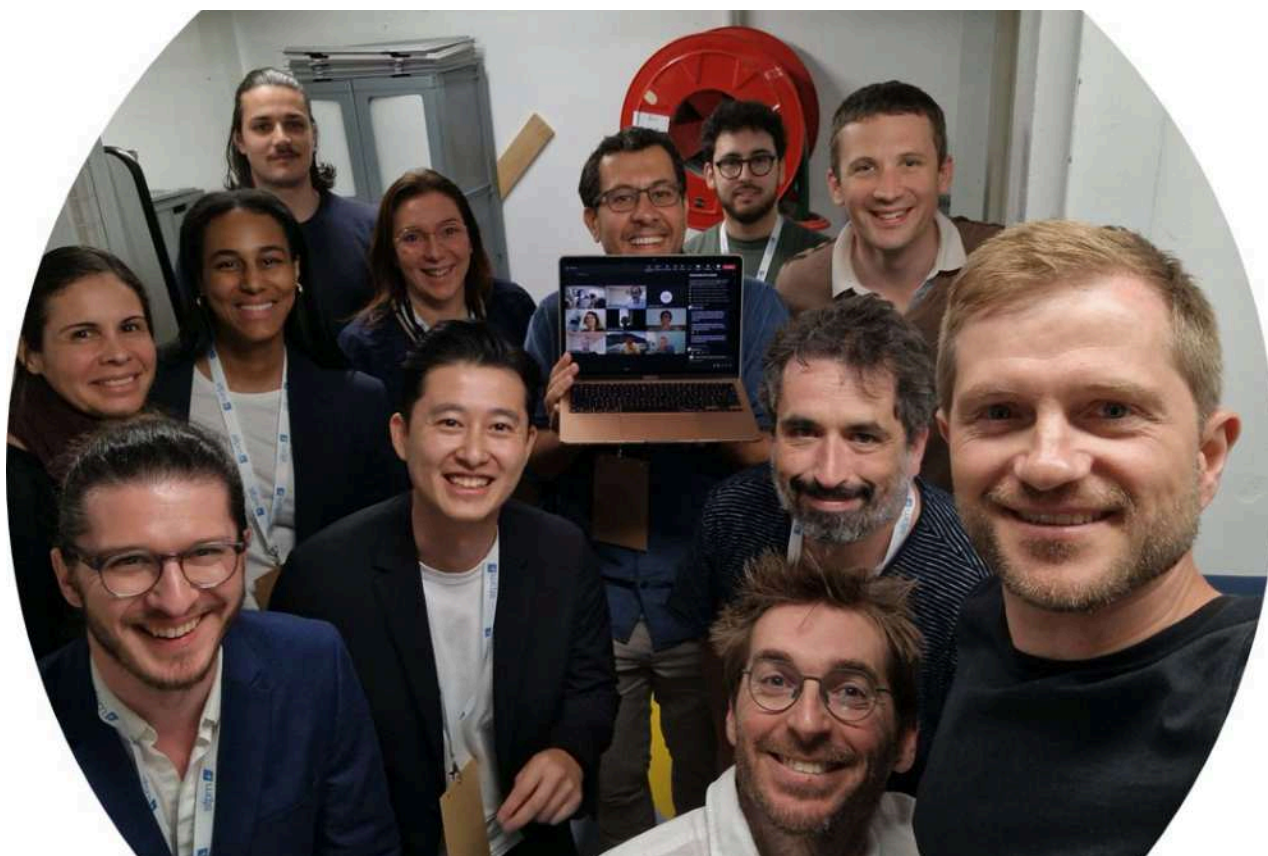


Site internet : www.smpm-france.com

LinkedIn :

<https://www.linkedin.com/company/syndicat-mixte-des-physiciens-m%C3%A9dicaux/about/>

Mail : contact@smpm-france.com



Les membres du bureau syndical (certains apparaissent sur le PC) : Anfray Jérôme, Arnoul Armelle, Beaudoux Vincent, Benkreira Mohamed, Birba-Iarkani Imène, Blondon Clothilde, Bodez Véronique, Decoene Camille, Demoucron Julien, Dorenlot Antoine, Fontaine Emmanuelle, Ganacheau Elie, Guerra Rui, Hapdey Sébastien, Henry Olivier, Martelet Théo, Moreau-Noblet Matthieu, Nguuyen Daniel, Nigoul Jean Marc, Tiv Philippe, Vela Anthony, Vial Laurence

02. Physicien Médical Sans Frontières : Un peu d'histoire



**Un entretien avec Daniel Taisant conduit par Ahmed Hadj Henni (AHH).
Pour en savoir plus sur l'histoire de l'association PMSF.**

AHH : Bonjour Daniel, tout d'abord merci d'avoir accepté cet entretien. Pourriez-vous, vous présenter à nos lecteurs ?

DT : je suis né en décembre 1940 . Vers la fin des années 1970, j'ai eu l'occasion de faire un stage de radioprotection à l'INSTN, (Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires), à l'issue duquel je devais rédiger un mémorandum sur le traitement des rétinoblastomes à l'Institut Curie. J'étais, pour être plus précis, au Centre de Recherche du Service de Santé des Armées. Cette utilisation des rayonnements ionisants dans le domaine de la santé m'avait complètement enthousiasmé. J'ai donc quitté mon poste précédent pour saisir une opportunité au centre de lutte contre le cancer Georges-François Leclerc, à Dijon, où j'ai rejoint l'équipe de radiophysique.

AHH : Il y avait donc déjà des physiciens présents dans le service de radiothérapie ?

DT : Oui, c'était le cas, et le centre de Dijon était considéré comme un centre pilote, notamment parce que le Pr Jean-Claude Horio en était le directeur. Il avait séjourné aux États-Unis et était revenu avec de nouvelles techniques. Il avait également compris l'importance de la physique médicale dans la prise en charge des radiothérapies.

J'y suis resté quatre ans, puis je suis allé à Grenoble, à la clinique du Mail, qui comptait alors deux appareils de télé-cobalt. À mon arrivée à Grenoble, la réglementation avait changé et il était désormais nécessaire d'avoir un diplôme spécifique pour exercer la physique médicale en radiothérapie. Cette obligation date de février 1977.

Il y avait deux façons de devenir physicien : soit en suivant la nouvelle formation qui venait de se mettre en place, soit, pour ceux qui étaient déjà en poste, de valider leur expérience et éventuellement de la compléter. J'ai donc repris des études pendant environ 5 ans au CNAM (Conservatoire National des Arts et Métiers) et j'ai obtenu mon agrément en septembre 1986. J'ai finalement travaillé à la clinique du Mail jusqu'en janvier 2000, date à laquelle je suis parti à la retraite.

AHH : Avec quels physiciens travailliez-vous à Dijon et à Grenoble ?

DT : Lors de vacances universitaires au CHU de Grenoble, j'étais dans l'équipe de radiothérapie , notamment avec ma collègue Andrée Dusseire. Par contre, à la clinique du Mail, j'étais seul, mais très intégré à l'association des physiciens médicaux de la région Centre-Rhône-Alpes (AFCRA), dont j'ai été président pendant un certain temps.

AHH : Et qu'est-ce qui vous a amené à l'humanitaire ?

DT : Dans la clinique où je travaillais, nous avions deux

appareils de télécobalt, et lorsque le moment est venu de changer l'un d'entre eux, nous avons opté pour un accélérateur linéaire. Il s'agissait d'un Saturne 43 avec 3 énergies photons et 6 ou 7 énergies électrons. Dans le service, l'oncoradiothérapeute connaissait un gynécologue, le Dr Jean Chung-Minh. Ce dernier, d'origine vietnamienne, poursuivait des activités dans le domaine de la coopération humanitaire avec la ville de Hô Chi Minh, et plus précisément avec son centre d'oncologie. Lors d'un dîner en ville, ce médecin nous a simplement demandé ce que nous allions faire de notre ancien appareil de télécobalt. Réponse : « Rien, nous allons nous en débarrasser. » C'est de là qu'est venue l'idée de réinstaller cet appareil à Saïgon (Centre d'Oncologie de Ho Chi Minh Ville) en remplacement d'un appareil russe obsolète. Il y avait toutefois sur place une équipe de médecins et de physiciens francophones et très compétents.

Ce projet a été concrètement réalisé, puisque la machine a été démontée pour être réinstallée au Vietnam. Tout cela a également été fait avec l'aval et l'aide des industriels.

Ce qui m'a ensuite conforté dans cette voie, c'est l'accueil que nous avons reçu en installant cette machine. D'un point de vue anecdotique, lorsque nous sommes arrivés à l'aéroport de Tan Son Nhat (Saïgon) en mai 1989, nous sommes allés directement à l'hôpital. À notre grande surprise, il y avait déjà de nombreuses personnes, des familles, qui attendaient devant l'entrée et qui dormaient et mangeaient visiblement sur place. Le directeur nous a alors expliqué que ces personnes attendaient que la machine soit installée pour pouvoir être traitées. Ce fut pour nous un premier choc culturel qui a certainement modifié notre façon de voir les choses.

Cette installation a ensuite été suivie par trois autres, marquant le début d'une longue coopération avec PMSF dans les années 2000.

AHH : Et donc la structure avait été créée ?

DT : PMSF a été créée en février 1998, par quatre Membres Fondateurs : Pierre ALETTI, physicien à Nancy, Yves Meyer, gérant d'une entreprise de matériel de curiethérapie, Christiane REIX, physicienne à Nice, et moi-même, qui en étais le président à l'origine. J'ai donc été président de PMSF de 1998 à 2017. Cette présidence s'est poursuivie avec Hélène Agêt, physicienne à Tours, jusqu'en 2023, puis nous avons maintenant le plaisir d'avoir Thibaud Salbaing.

AHH : Quels étaient les objectifs que vous vous étiez assignés à l'époque ?

DT : PMSF est tout d'abord une association de type 1901 à but

non lucratif; faisant partie de la grande famille des ONG. PMSF repose sur deux points. La solidarité et la cohérence. La cohérence, car nous devons nous adapter à chaque contexte. Nous voulions également soutenir dans le temps les structures que nous aidions.

Notre objectif était également que notre aide soit destinée aux indigents. Nous voulions aider les personnes qui ne pouvaient pas se faire soigner. Ceux qui en avaient les moyens matériels se rendaient à l'étranger ; ceux qui n'en avaient pas restaient sur place. C'est à ces personnes au sort peu enviable que nous voulions venir en aide.

AHH : Dans quels pays, concrètement, êtes-vous intervenus ?

DT : Nous intervenons sur demande d'une autorité médicale ou politique. Le transfert d'un appareil de cobalt et de sources radioactives nécessitait ce type de médiation. Nous sommes notamment intervenus en Argentine, à la demande de l'université de Córdoba. Nous sommes également allés à Cuba à la demande des autorités cubaines. D'ailleurs, à Cuba, le problème n'était pas tant un manque de compétences qu'un manque de matériel. Nous avons également mené un important projet au Sénégal, dans les années 2005, en partenariat avec l'Institut national du cancer (Pr D.KAYAT)

D'ailleurs, comme le parc de machines français devait se renouveler rapidement, notamment

grâce au plan cancer mis en place sous la présidence de Jacques CHIRAC, nous disposions d'appareils de télé-cobalt qui pouvaient encore être utiles dans les pays émergents.

AHH : Combien de temps, en moyenne, ont duré ces missions ?

DT : Ces missions pouvaient durer de quelques mois à une année complète. Le projet emblématique de PMSF a ensuite été celui réalisé au Cambodge. Ce pays, en guerre dans les années 90, avait besoin d'aide dans plusieurs domaines, notamment celui de la santé. Des contacts très importants ont donc

été établis entre les autorités médicales françaises et cambodgiennes suite à l'accord de Paris (1991). C'est dans ce cadre que de grandes institutions françaises, comme l'Institut Curie,

pouvaient accueillir des étudiants cambodgiens. C'est dans ce contexte que nous avons été contactés pour installer un centre de traitement de radiothérapie. Pour ce projet, nous avons reçu l'aide financière de notre ministère des Affaires Etrangères. A souligner la coopération très étroite que nous avons noué dans un grand nombre de nos projets et notamment à Phnom Penh (Hôpital de l'amitié khméro-soviétique) avec l'association Cancérologues Sans Frontières (Pr Simon SCHRAUB)

AHH : Le centre dans lequel vous étiez vous accordait-il du temps pour accomplir ces missions ?

DT : Non, pas du tout, je faisais ça sur mon temps libre, pendant mes vacances.



Utilisation d'un télécobalt Alcyon installé par PMSF à Phnom Pen au Cambodge (2000).

Même si je bénéficiais d'une certaine connivence de mon chef de service qui était persuadé de l'intérêt de nos missions. Nous sommes surtout intervenus en Asie, en Afrique de l'Ouest et en Amérique du Sud. Malheureusement, nous avons parfois dû annuler des missions pour des raisons géopolitiques, comme au Mali, au Niger ou au Burkina Faso.

AHH : D'ailleurs y a-t-il des associations analogues à PMSF dans d'autres pays ?

DT : Il existe au moins un analogue dans la zone anglo-saxonne, car nous avons été contactés par des physiciens Nord américains qui souhaitaient intégrer notre structure pour étendre le champ d'action au monde anglo-saxon. Nous n'avons pas donné suite.

A noter notre présence dans le réseau Médecin sans Frontières.

AHH : Quelles difficultés avez-vous rencontrées pour mettre en place vos projets ?

DT : Les difficultés inhérentes à des projets d'envergure incluant des aspects humains, et techniques avec la maîtrise d'une logistique lourde et nécessitant une adaptation à des variations soudaines de l'environnement. Les motivations et l'engagement des acteurs nous ont permis de faire face à la plupart de nos difficultés.

AHH : Vous rappelez vous d'un moment particulièrement difficile au cours de vos interventions avec PMSF ?

DT : D'un point de vue général, il est par exemple très difficile de fidéliser les personnes que nous avons formées. Il y a une véritable concurrence entre les

structures publiques et privées. Malheureusement, les médecins et les physiciens formés partent souvent vers le secteur privé, qui offre de meilleures conditions de travail. Bien que comprenant leurs motivations, cela revient également à déséquilibrer la structure dans laquelle nous les avons formés. A noter par ailleurs l'aide la plus souvent insuffisante des pouvoirs publics aux nécessaires modifications de structures entraînés par des services et des compétences nouvellement créés. Notre objectif initial est pourtant d'apporter plus de moyens aux personnes les plus démunies. J'en profite cependant pour souligner le dévouement et le professionnalisme de toutes les personnes qui ont participé à ces actions, car elles

sont toutes bénévoles. Parmi elles, des personnalités scientifiques et morales (Pr Jean-Claude ROSENWALD, Pr Andrée DUTREIX).

Il y avait une forte dynamique avec des centres comme l'Institut Curie ou l'Institut Gustave Roussy et encore le Centre Alexis Vautrain de Nancy, la Clinique Drevon de Dijon...et de nombreux autres...

AHH : Y a-t-il des décisions clés que vous avez prises et que vous avez pu regretter ?

DT : À vrai dire, non. Nous avons évidemment rencontré des dysfonctionnements et des problèmes relationnels.

Le seul regret que j'ai, c'est de ne pas

avoir pu poursuivre notre coopération avec l'INCA. Nous étions vraiment le bras du transfert technologique de l'INCA vers les pays émergents, comme nous l'avions fait à Dakar, en installant une machine et en formant complètement les équipes. Dans le cadre de cette collaboration, nous devions installer une machine par an pendant 10 ans. Malheureusement, avec l'arrêt de cette collaboration, nous avons dû changer nos objectifs.

AHH : Et comment PMSF est-il financé ?

DT : Les financements proviennent tout d'abord des adhésions. Notre association a compté jusqu'à une centaine d'adhérents. Pour des missions particulières, nous avons pu bénéficier de financements de l'INCA (Sénégal), du ministère des Affaires étrangères (Cambodge) ou de la Croix-Rouge monégasque (Cuba). Nous avons également reçu des aides de la Ligue nationale de lutte contre le cancer, ainsi que de la part d'industriels. Et bien sûr, la SFPM, qui est notre partenaire privilégié.

AHH : Comment espérez-vous voir évoluer PMSF dans les prochaines années ?

DT : Le développement de PMSF est aujourd'hui problématique, car les objectifs ont complètement changé. En effet, l'évolution des technologies dans les pays émergents ne nécessite plus le transfert de matériel vers ces pays. En effet, acheter directement un accélérateur revient moins cher que de le démonter pour le réinstaller ailleurs. Notre démarche doit donc être complètement redéfinie.

AHH : Quels messages aimeriez-vous faire passer aux plus jeunes générations pour qu'elles s'impliquent au sein de PMSF ?

DT : Je pense que, que l'on soit jeune, moins jeune ou à la retraite, c'est une ouverture importante que de se frotter à ces autres réalités d'ailleurs. C'est aussi l'occasion de partager ses compétences dans un contexte de bénévolat, d'aller directement au contact d'autres humains avec d'autres besoins. La pratique de la solidarité nous enrichit d'une manière que l'on ne peut pas trouver autrement...

AHH : Merci Daniel, ce fut un plaisir de m'entretenir avec vous. C'est aussi pour cette raison que j'ai créé cette gazette, qui me permet de rencontrer des personnes toujours très intéressantes.



Collection de photos d'interventions de PMSF, fournies par Daniel Taisant : 1- M. le Président du Sénégal Abdoulaye Wade et 2 physiciennes du centre Joliot-Curie de Dakar. 2- Installation d'un télécobalt Alcyon (1999) à Camagüey (Cuba) à l'hôpital Marie Curie. 3- Cours de formation manipulateurs au centre d'oncologie Marie Curie de Phnom Penh au Cambodge (2000). 4- 1ère journées de physique médicale radioprotection/radiothérapie au centre d'oncologie d'Hô Chi Minh-Ville (Vietnam, 2000). 5- Introduction à la curiethérapie bas débit à Hô Chi Minh-Ville (Vietnam, 2000).

03. Physicien Médical Sans Frontières : Aujourd'hui



Un entretien avec (de G. à D.) Valentine Martin (VM), Fanny Hubaille et Thibaud Salbaing (TS) conduit par Ahmed Hadj Henni (AHH).

AHH : Bonjour, tout d'abord merci d'avoir accepté cet entretien. Pourriez-vous, vous présentez à nos lecteurs ?

FH : J'ai 29 ans et je suis manipulatrice radio depuis l'âge de 21 ans. J'ai commencé à travailler à l'Institut Gustave-Roussy, où je suis restée huit ans. Je viens tout juste de changer d'établissement pour rejoindre l'Intercommunale de Créteil. J'ai eu l'opportunité de partir en mission deux fois avec PMSF. La première fois en 2019, et la seconde en 2024, dans les deux cas au Laos, dans le même hôpital.

TS : Je suis actuellement physicien médical au CHU de Saint-Étienne. J'ai commencé à exercer en 2011 en région parisienne, où j'ai travaillé pendant quatre ans. Puis, j'ai exercé au Vietnam, dans un centre de Ho-Chi-Minh-Ville. C'est à cette période que j'ai intégré PMSF. Je travaillais donc simultanément dans le centre privé vietnamien et pour PMSF. Cette situation a duré environ un an et demi. Ensuite, j'ai voyagé un peu en Asie du Sud-Est, puis je suis rentré en France, à Lyon. J'ai ensuite fait un doctorat dans un laboratoire de physique fondamentale. Une fois mon doctorat obtenu, j'ai travaillé aux Hospices civils de Lyon pendant cinq ans. Et depuis un an et demi, je suis physicien à Saint-Étienne.

VM : Je suis donc oncologue radiothérapeute. J'ai d'abord été formée à Paris. J'ai été chef de clinique à l'hôpital Saint-Louis. Depuis 9 ans, je travaille à l'Institut Gustave Roussy en tant que praticien spécialiste de la pédiatrie et de l'hématologie.

AHH : Et qu'est ce qui vous a motivé à rejoindre PMSF ? le premier déclic ?

FH : Lorsque je travaillais à Gustave Roussy, où l'ambiance entre médecins, physiciens et manipulateurs était plutôt bonne, une radiothérapeute qui revenait d'une mission au Laos en parlait. J'ai alors proposé mes services, tout simplement. PMSF avait justement besoin de manipulateurs et c'est comme ça que ça s'est fait !

J'ai donc passé deux semaines au Laos en 2019, puis trois semaines en 2024. À chaque fois, pendant mes vacances, bien sûr.

TS : Après mes quatre années à Paris, j'avais envie de changer de ville, mais aussi de vivre une autre expérience, notamment en m'engageant dans l'humanitaire à l'étranger. Je voulais également faire de l'humanitaire dans mon domaine pour

transmettre mes connaissances, et PMSF correspondait à mes attentes. Je les ai donc contactés en leur disant que je pouvais partir un ou deux ans, si nécessaire. PMSF avait alors un projet au Cambodge, à Phnom Penh, pour installer un accélérateur et accompagner l'équipe locale sur le long terme, le projet a été retardé, mais je suis alors parti au Vietnam à la place. Une fois le projet relancé au Cambodge, je suis revenu sur ce projet initial. J'étais alors salarié du centre privé au Vietnam, et pendant mes congés ou les longs week-ends, je me rendais au Cambodge pour accompagner leur équipe avec une autre physicienne de PMSF.

VM : Ce qui m'a motivé à rejoindre PMSF, c'est la possibilité d'échanger avec des professionnels de différents pays et de les aider à prendre en charge les patients. J'ai toujours trouvé les échanges sur des pratiques différentes très intéressants. J'ai effectué deux missions pour PMSF à ce jour, l'une au Cambodge et l'autre au Laos, d'une durée de deux à trois semaines chacune. J'ai également effectué ces missions pendant mon temps libre.

AHH : Thibaud en tant que président pourrais tu me parler un peu de l'association PMSF ?

TS : Nous sommes actuellement entre 50 et 60 membres à jour de notre cotisation. Nous sommes un peu plus d'une centaine si l'on compte ceux qui suivent PMSF. Cela reste stable.

AHH : Comment l'association PMSF sélectionne-t-elle les pays dans lesquels il intervient ?

TS : Généralement, PMSF répond à une demande. Le contact se fait souvent par le biais de liens privilégiés, comme des connaissances qui ont des besoins et qui nous contactent directement. Si cela correspond à nos critères (pays en voie de développement, centre public, centre en demande d'un point de vue technologique ou de formation du personnel), nous organisons une première mission d'évaluation et de consultation pour faire un état des lieux des besoins sur place. Par exemple, pour le Laos, Valentine et moi sommes d'abord partis pour évaluer les besoins médicaux et en physique du centre. Une fois les besoins validés, nous nous lançons dans des missions plus ou moins longues.

AHH : Et vous avez toujours les ressources humaines et financières pour réaliser ces missions ?

TS : Ça dépend. Si nous disposions de plus de ressources financières, nous pourrions peut-être organiser davantage de missions pour certains centres, ou des missions plus longues. Évidemment, cela demanderait également plus de ressources humaines. Pour l'instant, nous avons toujours trouvé quelqu'un lorsque nous en avons besoin, soit parmi les membres de l'association, soit en lançant un appel à candidatures. On a donc toujours trouvé quelqu'un et les financements nécessaires, que ce soit par le SFPM, la SFRO ou des dons plus particuliers.

AHH : **Quels sont vos partenariats avec les autres associations ou sociétés savantes ?**

TS : Nous entretenons d'excellentes relations avec les sociétés régionales et nationales. La SFPM nous finance de manière stable chaque année, et de manière plus ponctuelle pour les gros projets. Chaque année, ils nous permettent également d'être visibles lors des journées scientifiques grâce à un stand. La SFRO nous finance plutôt en fonction des projets. Les associations régionales, comme l'APHCRA (Association des physiciens d'hôpital Centre Rhône Alpes), financent parfois des projets, comme la mission d'une physicienne pendant un mois l'année dernière.

TS : En effet, refaire un plan ORL en 3D peut être difficile, mais grâce aux moyens de communication actuels, il est possible de faire appel à des collègues en France qui possèdent encore ces connaissances. La difficulté n'est pas tant technique, car on se remet à niveau assez rapidement, mais plutôt clinique, car il faut revoir nos exigences. Par exemple, en ORL, lorsqu'on connaît les résultats dosimétriques en VMAT en termes de couverture des volumes cibles et d'épargne des organes à risque, et qu'on se retrouve en tant que physicien ou radiothérapeute devant des plans réalisés en RC3D, c'est plus compliqué. On n'a plus vraiment l'habitude d'évaluer la qualité de ces plans.

AHH : **Et toi, Valentine, en tant que médecin, comment t'adaptes-tu à ce décalage entre les niveaux d'exigences obtenus ?**

VM : Tout d'abord, il ne faut pas oublier que tous ces pays sont demandeurs d'IMRT et se tournent vers ces techniques modernes. Il faut également garder à l'esprit que les médecins et physiciens locaux ont pour la plupart été formés à l'étranger



A la rencontre du Laos : "Former pour soigner en radiothérapie". Photos des missions humanitaires (2019 et 2024) au Mittaphab Hospital Radiotherapy Center fournies par Fanny Hubaille.

Malheureusement, nous avons moins de liens avec les sociétés internationales, comme l'AIEA. Pourtant, nous aurions de nombreuses questions à leur poser et nous pourrions également leur faire part de nos retours d'expérience. Mais l'AIEA travaille en fait davantage avec les gouvernements ou des institutions nationales... Nous interagissons également avec MSF, qui avait besoin d'un volet radiothérapie qu'il n'avait pas. MSF nous a sollicités pour une convention, car ils avaient déterminé que le traitement des cancers du col de l'utérus, qui avait une incidence importante en Afrique, notamment au Malawi, devenait une priorité. Ils ont donc eu besoin de notre soutien technique dans ce cadre. Nous avons effectué deux missions avec eux, mais depuis, nous restons en contact sans pour autant travailler avec eux.

AHH : **Comment gérer vous le décalage entre les connaissances actuelles des physiciens médicaux français et des centres ou les techniques peuvent être très anciennes ?**

et qu'ils connaissent donc l'apport des techniques modernes. Concernant le contournage, je considère qu'ils doivent être aptes à le faire correctement, même si l'on utilise ensuite le RC3D. En ce qui concerne les contraintes de doses, nous serons évidemment beaucoup plus tolérants sur les contraintes non vitales, parce qu'on accepte plus de toxicité lorsqu'on n'a pas les moyens techniques de faire mieux, malheureusement. Mais encore une fois, les médecins locaux ont été formés à l'étranger, participent à des congrès internationaux et connaissent les exigences cliniques modernes. Nous avons donc un langage commun, sous réserve que, comme en radiothérapie, il existe deux écoles : l'une anglo-saxonne et l'autre européenne, et que la plupart d'entre eux suivent la première. Il peut donc y avoir des divergences. Mais globalement, on est évidemment capable de se comprendre.

AHH : **Et toi Fanny côté manips, as-tu également constaté des différences importantes dans les pratiques ?**

FH : Au Laos, le centre dispose d'un Elekta Synergy qui n'est finalement pas si vieux, mais qui n'a que de l'imagerie portale. Comme j'avais beaucoup pratiqué la 3D au début de ma carrière, j'ai rapidement pris mes marques. En revanche, ils n'ont pas d'imagerie embarquée, mais uniquement de l'imagerie portale. Le problème vient finalement plus des manipulateurs qui n'ont pas reçu de formation spécifique à la radiothérapie. Ils ont évidemment soif d'apprendre et ils sont très réceptifs, mais il y a quelques points dont ils n'ont pas conscience, comme l'importance de l'imagerie dans le positionnement du patient.

AHH : **Et comment vous perceivent-ils ? Plutôt comme des formateurs ou comme des collègues avec qui ils échangent ?**

TS : Je dirais que c'est comme un collègue qui a une expérience différente et qui peut leur apporter quelque chose. Il s'agit davantage d'un partage d'expérience.

VM : De mon côté, j'ai parfois trouvé que certains considéraient quand même qu'on avait un niveau supérieur. C'est fait avec bienveillance, mais on sent qu'ils attendent de nous un apport technique et scientifique, et qu'ils nous considèrent comme une référence.

AHH : **Et vous essayez à chaque fois d'envoyer un trio composé d'un médecin, d'un physicien et d'un manipulateur ?**

TS : Non, pas toujours. Parfois, mais rarement, on peut être envoyé seul. On peut ensuite être deux, voire trois. Habituellement, nous étions deux : un médecin et un physicien. Mais de plus en plus souvent, nous intégrons également un manipulateur, car la dernière étape au poste de traitement est également très importante. Cela dépend du centre pour lequel on intervient et de ses besoins. Si le centre est en phase de démarrage, on enverra plutôt trois personnes, et plus le centre est avancé, plus on s'adaptera à ses besoins particuliers. En tout cas, lors des dernières missions, personne n'est parti seul.

AHH : **Pourriez-vous justement parler des toutes dernières missions ?**

TS : Ma dernière mission, en 2024, m'a mené au Cambodge, et elle était un peu particulière pour moi, car j'avais récemment pris mes fonctions de président de l'association. Cette fois-ci, j'étais parti avec un radiothérapeute pour visiter plusieurs centres qui avaient chacun leurs propres besoins. Notre objectif n'était pas cette fois-ci de mettre en place une technique ou de dispenser une formation, mais plutôt d'évaluer, d'organiser et d'anticiper l'aide pour trois centres différents. Nous avons rencontré des personnes du ministère, de l'ambassade de France, etc. C'était donc une mission plus globale, et ce type de mission était une première pour moi. Depuis, je n'y suis pas retourné, mais j'ai eu une petite fille, ce qui limite beaucoup la mobilité, pour ne rien vous cacher !

FH : Ma dernière mission avec PMSF s'est donc déroulée au Laos. Il s'agissait d'une mission plus technique, et j'étais parti avec un physicien. Nous avons travaillé avec le seul physicien présent dans le centre. Nous avons beaucoup travaillé sur la dosimétrie et sur les contrôles à la machine. De mon côté, j'étais très axé sur les protocoles d'IGRT.

Notre but était que, lorsque nous partions, l'équipe sur place dispose de conditions de traitement correctes. Pas parfaites, certes, mais globalement, nous étions plutôt contents,

car lorsque nous sommes partis, les patients étaient en mesure de réaliser une séance de traitement sans notre aide et sans déroger aux bonnes pratiques, que ce soit pour la dosimétrie ou au poste de traitement.

Le point important à souligner a été le manque de moyens des patients. Par exemple, les patients ORL maigrissaient et gardaient le même masque de contention tout au long du traitement. Ils n'avaient pas les moyens de se payer un nouveau scanner avec un nouveau masque. Comme ils disposaient d'une cuve, je leur ai appris à refondre un masque afin de réduire les coûts pour les patients.

VM : Ma dernière mission remonte un peu. C'était en 2018/2019, au Cambodge et au Laos. Au Laos, le centre en était à ses tout débuts et nous avons beaucoup travaillé sur les protocoles médicaux de traitement. Nous avons beaucoup insisté sur les recommandations de contourage et dosimétriques, ainsi que sur les contraintes de doses. Le Cambodge était plus avancé, car des personnes formées en France y travaillaient. Nous avons plutôt avancé sur la mise en place de l'hypo fractionnement dans ce centre. Il ne faut pas oublier que l'un des principaux problèmes de ces pays est l'accès aux soins, avec très peu de centres et de machines. Ils ont également beaucoup de patients qui doivent parcourir de longues distances pour se rendre dans un centre de soins. Il n'y a par exemple qu'un seul centre au Laos. L'hypo fractionnement est donc une solution intéressante pour prendre en charge un plus grand nombre de patients.

AHH : **D'ailleurs, même en ce qui concerne les types de cancers, tu as dû être confronté à des stades complètement différents de ceux rencontrés en France ?**

VM : Oui, complètement. Ce qui m'a particulièrement frappé, ce n'est pas seulement la radiothérapie, mais surtout les autres pratiques. En effet, ils n'ont pas de TEP-scan, pas d'IRM, pas d'anapathologie, et la chirurgie est beaucoup plus limitée. Pour moi, la difficulté était là : comment prendre en charge le patient de façon globale ? Le patient n'a pas d'historique, n'a pas été bien opéré, je n'ai pas accès à des imageries de bonne qualité, il n'y a pas de soins de support. Il y a également la question du patient qui n'est pas pris en charge financièrement, qui vient de loin, a laissé sa famille et doit trouver un hébergement. C'est un sacrifice incroyable pour certains de se faire soigner, et certains ne pouvaient pas finir leurs séances pour ces raisons. Il fallait donc vraiment tout repenser la prise en charge du patient, et pas seulement en radiothérapie.

AHH : **Et tu t'occupais directement des patients ou tu étais plutôt en deuxième ligne, derrière le médecin local ?**

VM : Déjà, il y avait la barrière de la langue. Mais je faisais les consultations avec lui. Je pouvais poser mes questions et le médecin du centre les traduisait.

AHH : **Je suppose que les équipes locales étaient ravies de votre présence et de votre aide. Comment jugez-vous vos missions, ce qui avait bien marché et les axes d'amélioration ?**

TS : En général, quand on arrive dans un centre, on a un objectif bien précis, mais rapidement, on se retrouve avec dix autres objectifs.

Mais c'est aussi ce qui est génial, car on se rend vraiment utile.

Les gens nous attendent, on est bien reçu à chaque fois, et ils sont motivés. On met en place beaucoup de choses, mais le véritable défi, c'est de maintenir ces nouvelles compétences sur le long terme. C'est une des choses qu'on constate : si on ne se rend pas assez souvent dans un centre, comme au Laos, on a parfois l'impression de remettre en place plusieurs fois les mêmes choses. Se rendre dans certains centres une fois par an, par exemple, n'est pas suffisant ; on ne les fait pas progresser autant qu'on le souhaiterait. Et malgré les moyens de communication modernes, si l'on n'est pas physiquement présent, on n'a aucun moyen de savoir si les nouvelles pratiques perdurent. On peut par exemple mettre en place un contrôle qualité machine. Ils le feront les trois premiers mois, puis ils n'auront pas le temps le quatrième mois, et ensuite, ce sera abandonné, car les résultats précédents étaient tous bons, et il n'y a pas de réglementation stricte.

VM : Pour rester sur le sujet, on nous avait par exemple sollicités pour mettre en place des staffs médicaux mensuels à distance afin de nous présenter leurs cas difficiles. Nous avons donc aussi un lien qui perdure et une communication. Mais, comme l'a souligné Thibaud, ces équipes sont dépendantes des personnes avec qui on a un lien. Lorsque ces personnes partent des centres, il devient plus compliqué de maintenir le lien. Parfois, on est en relation avec des personnes qui souhaitent faire évoluer les choses et pérenniser les liens, et d'autres qui sont beaucoup moins à l'aise ou moins intéressées.

AHH : **Je vois que vous parlez beaucoup de l'Asie mais vous intervenez aussi ailleurs ?**

TS : Historiquement, il y a bien eu des interventions en Amérique du Sud et en Afrique, mais plutôt dans les années 1990 ou 2000. Il y a clairement beaucoup de besoins en Afrique, mais malheureusement, l'instabilité politique fait que les projets publics n'aboutissent pas toujours ou que notre présence est impensable. Par exemple, PMSF pourrait aller au Mali, mais nous n'irons pas pour des raisons évidentes.

AHH : **Comment PMSF peut évoluer dans les prochaines années ?**

TS : C'est une bonne question. Je ne saurais pas dire comment PMSF va évoluer dans les prochaines années, car la radiothérapie dans ces pays évolue très vite. Il existe aujourd'hui des moyens matériels qui étaient inimaginables il y a seulement quelques années. En revanche, PMSF a déjà évolué par rapport à ses débuts. Au début, PMSF répondait à un besoin de transfert technologique. Ils réinstallaient des télé-cobalt dans des pays où il n'y avait pas d'accélérateurs. Ils apportaient également beaucoup de matériel de contrôle qualité ou de systèmes de calcul. Aujourd'hui, les centres n'ont plus besoin de nous pour cela, car ils bénéficient de financements de l'AIEA, du secteur privé ou d'autres sources. Maintenant, ce dont ils ont besoin, c'est plutôt d'un transfert intellectuel. Nous serons donc plutôt amenés à mettre en place des techniques comme le VMAT ou la stéréo, et à former le personnel aux bonnes pratiques.

VM : Je suis tout à fait d'accord avec l'accent mis sur la formation, car ces pays n'ont pas de cursus de formation réel pour les trois corps de métiers : physiciens, médecins et

manipulateurs. PMSF a vraiment pour vocation de former et de maintenir les compétences. PMSF pourrait proposer une formation continue pour chacun de ces métiers. Et nous le faisons aussi en accueillant des étudiants, par exemple dans la formation des physiciens médicaux. À Gustave Roussy, par exemple, nous avons accueilli plusieurs médecins cambodgiens. Ils restent un an pour vraiment se former à toutes les prises en charge.

TS : En fait, beaucoup d'entre eux participent aux formations proposées par l'AIEA. Il s'agit souvent de formations de niveau master, théoriques, et ils arrivent ensuite directement dans leur centre. C'est là que PMSF intervient pour les former à la pratique clinique. L'autre gros problème est que les étudiants sont de plus en plus anglophones, ce qui rend difficile leur accueil en France, à l'INSTN par exemple.

AHH : **Et vos centres respectifs comprennent votre démarche ? Ils vous laissent du temps pour réaliser vos missions ?**

TS : Pour ma part, jusqu'à présent, je suis toujours parti pendant mes congés. En règle générale, qu'on soit dans le privé ou dans le public, il est très difficile pour les physiciens de se libérer du temps.

VM : Eh bien, oui, ils comprennent, ils adhèrent, mais ce n'est pas pour autant qu'on va te laisser du temps. On peut prendre des congés ou des disponibilités. En réalité, il faudrait mettre en place de vrais partenariats entre un CLCC, le centre du pays demandeur et PMSF.

FH : C'est pareil pour moi, surtout avec la pénurie de manipulateurs qu'il y a en ce moment.

AHH : **Que diriez-vous à un jeune ou moins jeune professionnel qui hésiterait à s'engager dans PMSF, d'autant que c'est fait bénévolement, ce qui, à mon avis, est l'un de vos plus grands mérites ?**

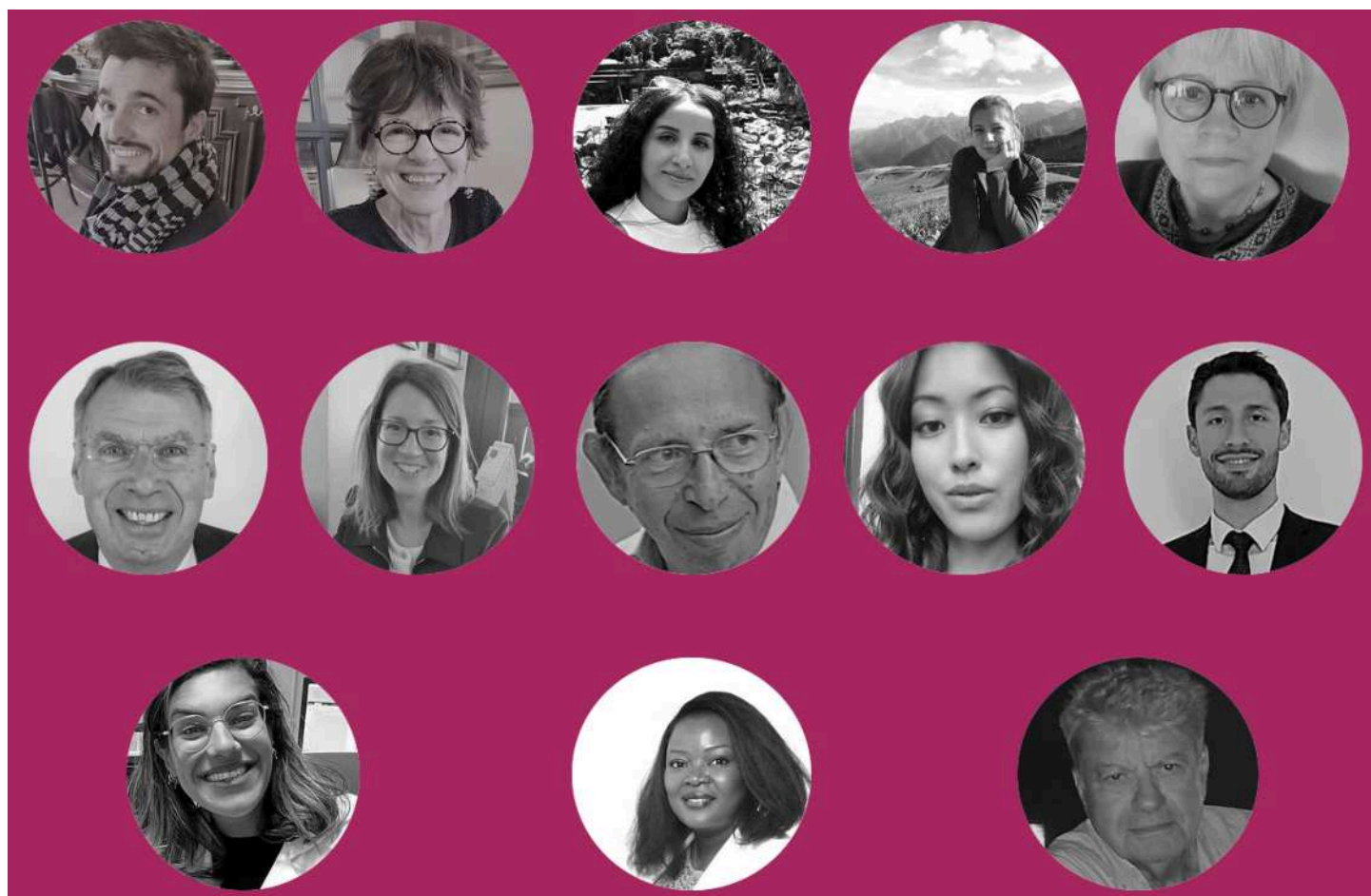
TS : Tout d'abord, oui, c'est bénévole. Il ne gagnera pas d'argent avec PMSF, mais ce qu'il gagnera sur le plan humain est incomparable avec ce qu'il pourrait faire ailleurs. Il faut se sentir suffisamment à l'aise et avoir un minimum d'expérience, car sur place, on est confronté à des questions beaucoup plus larges que ce qu'on fait habituellement en France. Mais si vous avez envie, que vous êtes disponible et que vous avez un minimum de connaissances, n'hésitez surtout pas, car c'est une véritable expérience humaine.

VM : Ce qui est important, c'est quand même d'avoir un peu d'expérience. Nous avons déjà eu des internes qui voulaient partir, mais cela peut être difficile pour eux. Car ils se retrouveraient seuls, en tant que médecins, et on leur poserait toutes sortes de questions sur la prise en charge du patient. Mais après, c'est une expérience formidable. Humainement, on rencontre des gens hyper motivés qui se démènent pour les patients dans les conditions dont on a parlé. Des gens adorables et très accueillants. Lorsqu'on arrive, ils sont vraiment aux petits soins pour nous. Et professionnellement parlant, ça nous fait vraiment apprendre aussi, et ça fait appel à toutes nos ressources, et même plus. Ici, je pratique la pédiatrie et l'hématologie, mais là-bas, je dois faire face à toutes sortes de situations et me réadapter aux choses que je ne pratique pas au quotidien.

FH : C'est pareil, c'est surtout très riche sur le plan culturel et humain. Si un jeune manipulateur me demande conseil, je lui dirai déjà de réviser ses cours de RC3D. Mais surtout, il faut se préparer à cette claque culturelle. Finalement, en France, on a accès à tout : des traitements de pointe, de qualité, gratuits et à proximité. Et là, on se retrouve dans un pays où l'on a un accélérateur pour tout le territoire. Où les gens endettent toute leur famille pour avoir accès à leur traitement. Des gens qui sont atteints de pathologies à des stades bien avancés et qui, pour la plupart, ont endetté leur famille sans aucune garantie de réussite des soins. Humainement, c'est une énorme claque. C'est très enrichissant, mais si l'on est trop sensible, ça peut perturber en arrivant sur place. En fait, on a vraiment l'impression de rentrer dans une famille lorsqu'on arrive là-bas.

TS : Pour appuyer ce que Valentine a dit, ce qui est impressionnant, c'est aussi la gratitude et la gentillesse des gens, quelles que soient les circonstances. C'est vraiment ce qui ressort, et lorsqu'on repart, on a juste envie de revenir. On ne peut pas toujours partir, mais quand on y est, on n'a vraiment pas envie de revenir.

AHH : C'est toute la beauté de vos missions. Un grand merci à tous les trois pour cet entretien !



Les membres du conseil d'administration de PMSF (de gauche à droite et de haut en bas) : Thibaud Salbaing (Président, physicien médical), Hélène Aget (Past présidente, physicienne médicale), Inas Afkir (Secrétaire, physicienne médicale), Fanny Hubaille (Secrétaire adjointe, MERM), Thérèse Astié, Trésorière, Physicienne médicale), Laurent Fenoll (Médecin référent, Onco-radiothérapeute), Valentine Martin (Médecin référente, Onco-radiothérapeute), Jean-Claude Rosenwald (Référent enseignement et formation, Physicien médical), Déborah Om (Responsable équipements, Physicienne médicale), Guillaume Auzac (Responsable équipements, Physicien médical), Salima Briand Maroubi (Animation du site internet, Physicienne médicale), Leïca-Reine Ayele-Mpemba (Animation du site internet, Physicienne médicale), Daniel Taisant (Co-fondateur de PMSF, Physicien médical).



<https://www.pmsf.asso.fr/>

PMSF a pour missions de réaliser des transferts de technologie dans le domaine de la radiothérapie, voire dans des domaines connexes tels que l'imagerie dans les pays défavorisés.

04. Physicien Médical Sans Frontières : Retours du Cambodge

Un entretien avec Sann Chanthou Bopha (SCB), conduit par Ahmed Hadj Henni (AHH).

AHH : Bonjour Bopha, peux-tu te présenter et nous parler de ton parcours en physique médicale ? Qu'est-ce qui t'a amenée à travailler dans le domaine de la radiothérapie ?

SCB : Avant de devenir physicienne médicale, j'ai d'abord suivi des études de physique générale. J'ai ensuite enseigné à l'université de Phnom Penh. Dès cette époque, je m'intéressais à l'application de la physique dans le domaine médical. En 2007, j'ai rencontré un ami qui travaillait dans le service de radiothérapie au Cambodge et qui m'a parlé de la physique médicale. Ce domaine m'a beaucoup intéressée et j'ai eu envie de poursuivre mes études dans cette direction. J'ai alors eu l'occasion de rencontrer M. Daniel Taisant, qui était alors président de PMSF. Grâce au soutien de PMSF et du gouvernement français, j'ai pu obtenir une bourse de ce dernier pour poursuivre mes études en France.

Le fait d'avoir étudié le français durant mon parcours scolaire m'a également poussé à vouloir venir en France. D'ailleurs, je devais avoir un niveau minimum B2 en français pour pouvoir bénéficier de la bourse. En 2012-2013, j'ai commencé un master 2 en physique médicale à l'université Paris Sud. J'ai ensuite effectué un stage à l'hôpital René-Huguenin, toujours à Paris. En 2013-2014, j'ai suivi les cours du DQPRM à l'INSTN et j'ai effectué mon stage à l'Institut Curie à Paris.

Pendant toute la durée de mon séjour en France, l'équipe de PMSF m'a toujours assisté. En 2015, à la fin de mes études, je suis rentrée au Cambodge et j'ai commencé à travailler dans le service de radiothérapie du centre d'oncologie Marie Curie, à Phnom Penh.

AHH : Comment est organisée la physique médicale et la radiothérapie en générale au Cambodge aujourd'hui ? Quelle était la situation du service ou du centre avant l'intervention de PMSF ?

SCB : Avant, la radiothérapie était très limitée : le Cambodge n'avait qu'un appareil à Co-60 et aucun physicien médical dans le service. Il n'y avait que deux ingénieurs qui travaillaient dans le service de radiothérapie.

À mon retour en 2015, un accélérateur de 6 MV allait être installé dans mon centre, l'hôpital Amitié Khmer-Soviétique en remplacement d'un appareil au Cobalt. Cet accélérateur a été mis en service en 2016. J'ai été accompagné par PMSF, notamment par les physiciens médicaux Daniel Taisant, Hélène Aget et Jean-Claude Rosenwald.

Aujourd'hui, la physique médicale et la radiothérapie au Cambodge sont en phase de modernisation rapide : le pays compte désormais plus de machines (LINAC). Quatre LINAC sont en service. Les professionnels suivent des formations à l'étranger grâce à l'AIEA, des structures de radioprotection sont mises en place, un plan national de lutte contre le cancer a été mis en place, etc.

En ce qui concerne les techniques, nous n'utilisons aujourd'hui encore que la RC3D à cause des limites de la machine, mais l'IMRT devrait bientôt être disponible.



Mme Sann Chanthou Bopha, physicienne médicale au centre d'oncologie Marie Curie à Phnom Penh au Cambodge.

Il y a actuellement 4 centres de radiothérapie au Cambodge. Trois sont publics et un est privé, tous situés à Phnom Penh. Dans notre centre, nous sommes deux physiciens médicaux. Mon collègue a également été formé en France. Nous sommes au total huit physiciens au Cambodge.

AHH : Qui a pris le premier contact avec PMSF : toi, ton centre, ou PMSF ? Quels étaient tes attentes ou tes espoirs concernant cette collaboration ?

SCB : Je peux dire que c'est mon centre qui a pris le premier contact avec PMSF. J'ai eu une très bonne collaboration avec PMSF. Cette étroite collaboration m'a permis de renforcer mes compétences en physique médicale.

Cela m'a permis de moderniser les techniques de traitement et d'améliorer la qualité et la sécurité des soins. Les supports d'accompagnement de PMSF ont été inestimables.

Cette collaboration a jeté les bases d'un avenir plus solide et durable pour l'installation de la radiothérapie dans notre centre.

AHH : Y a-t-il eu un volet de formation locale ou de suivi à distance ensuite ?

Cette expérience t'a-t-elle donné envie de former d'autres collègues ou étudiants ?

SCB : Oui, il y a une formation locale et une formation à distance. J'ai reçu la formation locale de PMSF, qui revient régulièrement chez nous, et la formation à distance lors de webinaires de l'IOMP. PMSF revient d'ailleurs tous les ans pour nous aider à maintenir et à améliorer nos compétences.

AHH : **Quels ont été les bénéfices les plus durables de cette collaboration ? Y a-t-il eu des difficultés à maintenir les acquis de la mission sur le long terme ?**

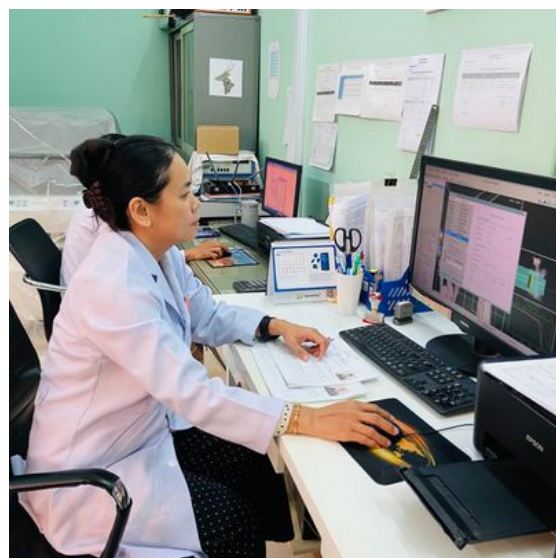
SCB : Cette collaboration est très importante pour moi. Nous ne sommes pas seuls. Nous bénéficions encore aujourd'hui du soutien technique de PMSF, qui renforce nos connaissances. Je pense qu'il n'y aura pas de difficulté à maintenir ces missions sur le long terme. Nous espérons également que cette collaboration nous permettra de faire des stages en France, plus spécialement dans le domaine des techniques modernes de la radiothérapie, de la curiethérapie, mais aussi de la radiologie diagnostique.

AHH : **Comment vois-tu l'évolution de la physique médicale ou de la radiothérapie au Cambodge aujourd'hui ?**



SCB : Cela fait 10 ans que j'exerce en radiothérapie, et selon moi, l'évolution de la physique médicale et de la radiothérapie au Cambodge a été marquée par des avancées significatives ces dernières années, principalement grâce à la coopération internationale.

Actuellement, nous disposons de quatre linacs, dont trois dans le secteur public et un dans le secteur privé. Nous sommes 8 physiciens médicaux. Deux physiciens ont reçu le soutien du gouvernement français, et cinq autres physiciens ont reçu le soutien de l'IAEA et ont fini leur formation master de physiciens médicaux de l'université malaisienne. Il y a maintenant également deux étudiants qui se forment dans une université malaisienne toujours avec le soutien de l'IAEA. Nous participons également à des séminaires. J'ai par exemple récemment été en Italie, à l'ICTP (Centre international de physique théorique),



avec les aides de l'IAEA et de ICTP. Mais cela ne suffit pas, nous avons besoin de plus de physiciens médicaux, ainsi que de machines de traitement pour nos patients.

AHH : **Y a-t-il maintenant des formations locales pour les jeunes physiciens médicaux ?**

SCB : Actuellement, il n'existe pas de formation locale pour les jeunes physiciens médicaux. Il faut aller à l'étranger pour suivre un master de physique médicale et une formation clinique.

AHH : **Un souvenir marquant ou une anecdote avec l'équipe de PMSF ?**

SCB : Comme tu le sais, le français est une langue étrangère pour moi, et lorsque je suis arrivé en deuxième année de master de physique médicale, j'avais des sessions de cours de trois heures en classe, la première semaine. Je ne comprenais absolument rien ! Je comprenais les formules mathématiques, mais pas les explications. Heureusement, M. Rosenwald me réexpliquait tout plus lentement. Heureusement, un an après, j'avais beaucoup progressé dans la langue et tout allait beaucoup mieux pour moi !

AHH : **Un message que tu aimerais adresser à PMSF ou à ses bénévoles ?**

SCB : Je tiens à remercier chaleureusement l'équipe de PMSF qui m'a très bien encadré pendant mes séjours en France. Je remercie tout particulièrement M. Jean-Claude Rosenwald, qui s'est beaucoup investi dans mes études, ainsi que M. Daniel Taisant, Mme Hélène Aget, Mme Thérèse Astié et les autres membres de l'équipe de PMSF. Je remercie également tous les bénévoles pour leur participation à notre service et leur aide à renforcer nos connaissances techniques. Je remercie également M. Jean-Luc Dumas, M. Rezart BELSHI (mon superviseur de stage à l'hôpital René-Huguenin) et l'équipe de l'Institut Curie. Ils ont été très attentionnés pendant toute ma formation clinique. Je peux dire que si j'en suis arrivé là, c'est grâce à vous qui m'avez soutenu, non seulement en termes de connaissances, mais surtout en me donnant confiance et en m'encourageant. J'aimerais vraiment continuer à bénéficier du soutien et de l'expertise de l'équipe de PMSF.

AHH : **Merci Bopha ! c'est un vrai plaisir de m'entretenir avec toi. A bientôt.**

05. Article scientifique :



"Disponibilité des accélérateurs linéaires pour le traitement du cancer en Afrique. Revue de la littérature et pistes de réflexion." Ahmed Hadj Henni (Physicien médical, PhD).

DOI: <https://doi.org/10.36158/97888929584635>

UniCamillus Global Health Journal : <https://ughj.unicamillus.org/fr/issues/volume-5-issue-1/>

Résumé

La radiothérapie est une modalité incontournable dans la prise en charge à visé curative ou palliative des patients atteint d'un cancer. Son importance est d'autant plus accentuée par le nombre de nouveaux cas en constante augmentation. Malheureusement, Les accélérateurs linéaires de particules qui sont l'équipement de référence pour réaliser les soins en radiothérapie sont dramatiquement absent d'une majeure partie du continent africain. La moitié des pays qui composent ce continent n'en sont tout simplement pas pourvue.

L'objectif de ce travail est de réaliser un état des lieux, à partir d'une revue de la littérature, de la disponibilité de ce type d'équipement en Afrique. Quelques initiatives sont mises en avant dans ce document afin de proposer des pistes de réflexion sur cette thématique majeure de la qualité des soins en radiothérapie.

1. Introduction

1.1 Bref rappels sur la radiothérapie

La radiothérapie est un des traitements de référence de lutte contre le cancer utilisée seule ou en association avec d'autres moyens thérapeutiques (chirurgie, chimiothérapie, hormonothérapie...). Le principe consiste à délivrer une dose de rayonnements ionisants localisée, quantifiée en Gray (Gy), aux cellules malades en épargnant au mieux les cellules saines, ces dernières ayant par ailleurs un pouvoir supérieur de réparation des lésions infligées. Par conséquent la multiplication des séances de traitement (fractionnement) à une dose optimale va permettre de détruire les cellules malades en bloquant leur capacité de multiplication et de laisser le temps aux cellules saines de se réparer.

La radiothérapie est estimée devoir intervenir dans le schéma thérapeutique de 45 à 55% des nouveaux patients atteints d'un cancer. Elle peut être à visée curative ou palliative pour soulager le patient des souffrances provoquées par la tumeur.

L'irradiation se fait principalement à l'aide de rayons ionisants délivrés par des accélérateurs linéaires de particules MV (MegaVoltage) dont le type et l'énergie vont dépendre de la localisation de la tumeur. D'autres moyens de délivrance, qui ne sont pas discutés dans ce document, existent mais cette modalité est la plus courante.

1.2 Données générales sur le cancer dans le monde et en Afrique en particulier

Les données rappelées ici, sont principalement issues du GLOBOCAN 2020 mis à disposition par l'International Agency for Research on Cancer (IARC), organisme responsable du recueil et de l'analyse des données mondiales sur le cancer [1]. Le nombre de nouveaux cas en 2020 tous cancers confondus

incluant les 2 sexes et pour toutes tranches d'âges est de l'ordre de 19 millions. Les hommes sont un peu plus impactés que les femmes avec respectivement 10 millions et 9 millions de nouveaux cas.

Toute population confondue, les cancers du sein et du poumon sont les plus fréquents avec 11.7% et 11.4% des nouveaux cas. Le cancer colorectal vient ensuite avec 10% des nouveaux cas puis les cancers prostatiques et de l'estomac avec 7.3% et 5.6% respectivement. Pour la femme, le cancer de l'utérus atteint 6.5% des 9 millions des nouveaux cas en 2020.

Afin de retenir des ordres de grandeurs simples, le cancer est la première ou la deuxième cause de décès prématuré (c'est-à-dire entre 30 et 69 ans) dans 134 pays sur 183, et il est le troisième ou quatrième dans 45 autres pays. Selon l'organisation mondiale de la santé [2] un homme sur cinq et une femme sur six dans le monde développeront un cancer au cours de leur vie, un décès sur six à l'échelle mondiale est dû à cette maladie, ce qui représente près de 10 millions de décès en 2020. Le nombre total des personnes vivants avec un cancer dans les cinq ans suivant le diagnostic, appelé prévalence à cinq ans, est estimé à 50 millions. Malheureusement les projections annoncées pour les 10 à 15 prochaines années par les organismes internationaux sont pessimistes [3]. Le nombre de nouveau cancer en 2040 est estimé à 28.4M, ce qui représente une progression par rapport à 2020 supérieure à 40%.

Le vieillissement et la croissance de la population mondiale ainsi que les modifications des habitudes de vie expliquent cet accroissement. Ce dernier est lui-même inégal et la croissance dramatique des nouveaux cas de cancer va dépendre du développement économique du pays.

Plusieurs indicateurs tels que le Gross National Income (GNI) par habitant ou le 4-tier Human Development Index (HDI) d'après le Rapport sur le développement humain des Nations Unies (2019) permettent de classer les différentes régions géographiques selon leur développement socio-économique.

Ces deux index sont ceux qui ont été le plus souvent utilisés dans les différentes études consultées pour ce document. Reprenant la définition de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), le GNI par habitant correspond à la valeur en dollars du revenu final d'un pays sur une année, divisée par sa population, calculé selon la méthode dite de "l'Atlas". Les pays sont alors divisés selon leur GNI : low-income < 1050 US\$, lower middle income de 1,050 US\$ à 4,270, upper middle income de 4,270 US\$ à 13,250 US\$ et high-income > 13,250 US\$

La carte Figure 1, permet de visualiser la répartition mondiale en 4 catégories low, medium, high and very high cette fois selon le calcul de l'index HDI, plus complexe que le GNI, en tenant compte de l'espérance de vie à la naissance, l'accès à la scolarisation et sur le GNI.

L'analyse de l'accroissement de l'incidence des cancers peut alors être plus finement reliée au développement humain dans un pays donné. Il est prévu par l'OMS que cet accroissement est inversement proportionnel au GNI.

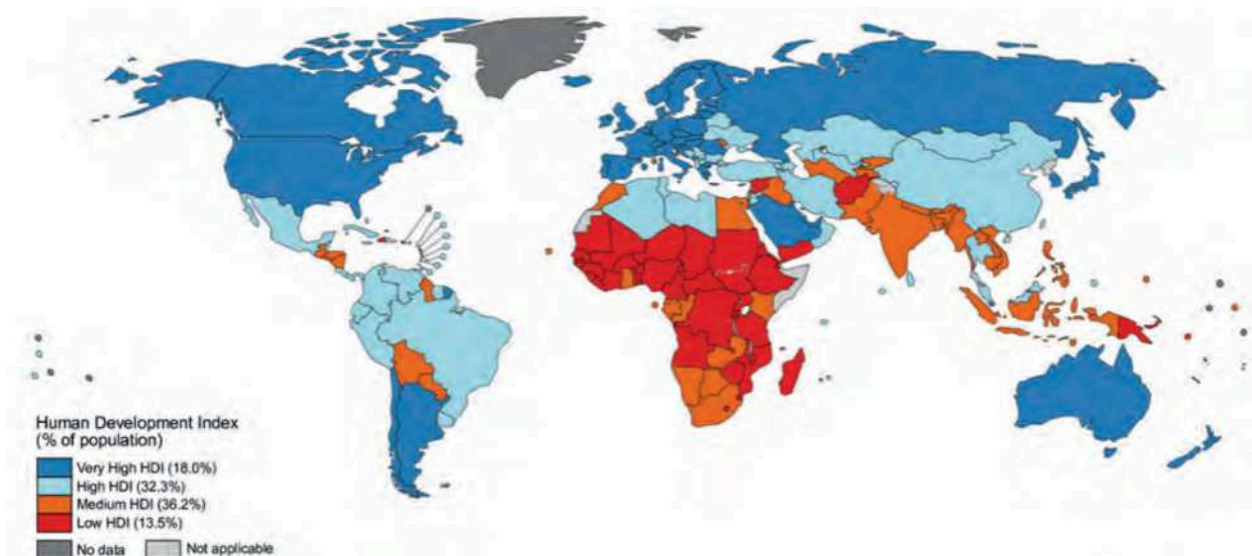


Figure 1 : Carte de la répartition géographiques des pays selon leur Human Development Index (HDI) fournit par le World Cancer Report 2020. p35 [1].

Plus précisément entre 2008 et 2030, l'augmentation de cette incidence est estimée à 82%, 70%, 58% and 40% dans les low, lower-middle, upper-middle and high-income countries respectivement. Encore une fois pour rappel, la radiothérapie sera nécessaire dans la prise en charge thérapeutique de 45 à 55% des nouveaux patients atteints du cancer.

Les accélérateurs linéaires de particules sont les principaux moyens de délivrance de rayonnements ionisant en radiothérapie. L'objectif de ce document est de réaliser un état des lieux, à partir d'une revue de la littérature, de la disponibilité de ces appareils sur le continent africain qui regroupent le nombre de low and lower-middle income countries le plus élevé.

2. Disponibilité des accélérateurs MV en Afrique

Les chiffres présentés dans cette partie sont essentiellement issus de la base de données numérique Directory of Radiotherapy Centers (DIRAC) [4], répertorient les centres et

les équipements de radiothérapie dans le monde. Ce registre à l'initiative de l'International Atomic Energy Agency (IAEA) est constamment mis à jour et permet d'avoir accès à l'inventaire des ressources matériels nécessaires à l'exercice de la radiothérapie dans le monde.

Selon Elmore et al [5] dans son étude sur les ressources actuelles en accélérateurs MV en Afrique et son estimation des besoins pour les prochaines décades en tenant compte des projections du GLOBOCAN 2020 : « no country had a capacity that matched the estimated treatment need ». Le ton est donné. Le DIRAC a enregistré 15130 accélérateurs répartis dans 214 pays. La répartition est la suivante : 9449 (62%) pour les High income (Hi), 4023 (27%) pour les Upper middle income (UMi), 1615 (11%) pour les lower middle income (LMi) et 40 (0.3%) pour les Low income (Li) countries. En 2020, seul 430 appareils sont disponibles en Afrique dont la moitié sont installés en Egypte (119) ou en Afrique du Sud (97) [5]. Approximativement la moitié

des pays africains ne disposent d'aucunes unités d'irradiation externe pour la radiothérapie.

La population mondiale est estimée aujourd'hui à presque 8 Milliards dont plus de la moitié vivent dans des low ou lower middle income countries. Plus de 70% de ces pays sont localisés en Afrique. Ces chiffres sont à mettre en regard des chiffres du DIRAC [4] et de Elmore et al [5] sur la disponibilité des machines de traitement dans ces régions.

Afin de prendre en charge correctement les patients en radiothérapie, l'IAEA a défini des recommandations d'équipements minimaux à mettre à disposition. L'objectif à atteindre est de 4 accélérateurs par million d'habitants. Les High income countries atteignent 7.71 machines par millions d'habitants. Le DIRAC fournit également les résultats pour le continent africain : 1.12 pour l'Afrique du nord, 1.27 pour l'Afrique du Sud et 0.08 pour le reste de l'Afrique. Les chiffres parlent d'eux-mêmes, 18 de ces pays avec une population de plus d'un million d'habitants reste aujourd'hui encore sans aucuns équipements en radiothérapie [6].

Christ et Willmann [6] dans leur étude récente (2023) sur les inégalités mondiales en matière de radiothérapie estime plus modestement que « the availability of a MVM per every 1 million inhabitants already helps to significantly reduce the cancer burden in LMICs » (Low and low-middle income countries).

Ces auteurs, en reprenant des études antérieures comme celles de Levin et al en 1999 [7], Wahab et al en 2013 [8], Datta et al en 2014 [9] et Elmore et al en 2021 [5] dressent l'évolution de la situation dans les pays dont les ressources sont les plus limitées. Leur constat est alarmant, en 1999 61% des pays africains n'avaient aucunes machines MV, en 2013 ce taux était à 54% pour finir en 2021 à 52%. Ils font justement remarquer que « addressing these extreme health inequities remains a highly complex work in progress ». Pour franchir ce gap, Elmore et al [5] estime qu'il faudrait dans ces low and low-middle income countries entre 1500 et 2000 unités de traitement d'ici à 2030 pour solutionner ces inégalités des soins. D'après les estimations plutôt concordantes des différentes publications cela correspond à 150 à 200 accélérateurs installés par an.

De plus, il faut remarquer que le types d'équipements qui permettent le fonctionnement d'un centre de radiothérapie nécessite également des équipes pluridisciplinaires à forte compétences médicales et techniques. Ce point est abordé par Christ et Willmann dans leur travail. Ils estiment que les pays africains à low et low-middle income manquent de plus de 500 onco-radiothérapeutes, 450 physiciens médicaux, 900 manipulateurs radio, et près de 400 infirmières.

3. Quelques pistes pour avancer

Quelque soit la modernité d'un accélérateur, ce dernier présente un coût non négligeable d'investissement allant de 1 à plusieurs millions d'USD pour les plus performants. Jacob Van Dyk et al en 2017 [10] a réalisé une analyse du coût de la mise en route d'un centre de radiothérapie pour les 4 régions (Hi, UMI, LMi et Li) définis par la World Bank (<http://data.worldbank.org>). Dans cette étude, les auteurs comparent différents scénarios en tenant compte de différents paramètres de fonctionnement tels que le nombres de machines de traitement, l'impact du nombre de séances par traitement, la technique d'irradiation utilisée, le nombres d'heures travaillées ou les salaires des différents professionnels de santé. Les résultats peuvent alors donner des pistes utiles pour optimiser les conditions locales.

Pour leur scénario de référence, d'un centre fonctionnant 8h par jour avec 2 accélérateurs MV le coût d'exploitation annuel est de 4 595 000 USD pour les Hi countries versus 1 736 000 USD pour les Li countries. La différence provient essentiellement de la masse salariale. Les appareils MV sont vendus approximativement le même prix quelque soit le pays. Les auteurs modulent ensuite les différents paramètres pour comparer à ce fonctionnement de référence. Par exemple, il est plus judicieux d'augmenter la taille du service jusqu'à 3 linacs plutôt que de fonctionner avec une seule machine. Autre exemple, la diminution du nombre d'heures de fonctionnement en dessous de 8 heures par jour a un impact négatif considérable sur le coût par traitement.

La téléthérapie qui consiste à s'appuyer sur un centre référent

qui prend en charge toutes les étapes pré-traitement et sur 2 sites satellites qui ne réalisent que l'étape d'irradiation est abordée par Van Dyk et al. [10] Ce dernier compare ce scénario à l'installation de 4 centres de radiothérapie totalement indépendants. Leurs calculs démontrent une diminution du coût des traitements pour les low income countries de 17%. Cette stratégie peut apporter des solutions dans ces pays où les accès aux soins sont surtout concentrés dans les grandes villes et où des zones géographiques importantes sont délaissées.

Le nombre de séances de traitement, quelque soit le site tumoral, a un impact direct sur le coût de la prise en charge d'un patient et le nombre de patients qui peuvent être planifiés par jour. L'hypo fractionnement consiste à délivrer une dose plus élevée en un nombre de séances réduits comparativement à un protocole standard. Evidemment, ce schéma thérapeutique particulier doit présenter au moins les mêmes résultats dans l'efficacité du soin et la toxicité aux organes sains que le fractionnement conventionnel. C'est le cas notamment pour le traitement du sein et de la prostate.

Irabor et al en 2020 [11], a comparé pour ces deux cancers les deux schémas de dose/fractionnement en terme financier et d'accès au soin. Les auteurs ont étudié l'apport pour l'Afrique, pays par pays, que pourrait représenter le passage pour le traitement du sein de 25 fractions à 15 fractions et pour la prostate le passage de 35 séances à 20 séances. Adopter un protocole avec un nombre de séances plus faibles mais avec des doses plus importantes peut diminuer jusqu'à 40% le coût total du traitement et augmenter l'accès au soin de 30%. Calculé sur 7 années la diminution du coût sur l'ensemble du continent serait de 2,7 milliards de dollars.

Dans ce document, seul l'aspect relatif aux machines de traitement MV a été abordé. Il est évident que pour trouver des solutions à cette crise sanitaire en Afrique de nombreux autres aspects doivent être pris en compte. Ces réflexions doivent s'insérer dans le cadre d'un plan national de lutte contre le cancer. Par exemple, l'amélioration de la prévention et du dépistage diminuerait la charge que fait peser le cancer sur les pays africains. Selon Organisation mondiale de la santé, plus de 70% des cas de cancers du sein chez la femme en Afrique sont détectés à des stades très avancés de la maladie. Dans cette situation aucun traitement ne peut donner de résultats satisfaisants.

Ndlovu et al [12] fait remarquer qu'en plus des améliorations évidentes en termes de prévention, de diagnostic, de formation, de coût ou de diagnostic vient s'ajouter les aspects socio-culturels. En le citant : « There is a general lack of knowledge and fear of radiotherapy treatment by the public in Africa. This is largely driven by limited awareness and education on cancer, its causes and various treatment modalities. Some cultural practices may promote mysticism about cancer and its management that leads to reduced acceptance and uptake of radiotherapy as a standard form of cancer treatment. There is a common belief of linking cancer to spiritual issues such that the preferred default health seeking behaviours for cancer patients are those of looking to alternative rather than mainstream forms of treatment. Also, since patients present with late-stage disease, which is a cause of poor survival even with the best of

interventions, fear of radiotherapy may stem from the association of the intervention with demise that may usually follow shortly after palliative radiotherapy treatment».

4. Conclusion

L'ensemble de la communauté internationale (pays riches, organisation non gouvernementale, associations de bénévoles, etc...) a un rôle à jouer pour trouver des solutions à cette crise sanitaire. Cependant l'acteur principal reste les africains eux-mêmes qui connaissent mieux que quiconque leur propre milieu socio-culturel. Pour finir sur une dernière référence, Ige et al dans un article de 2021 [13] présente une plateforme de collaboration rassemblant 28 pays africains possédant tous au moins un centre de radiothérapie et en invitant également plusieurs High income countries. Débuté en 2016, leur objectif a été de mener une réflexion sur des prototypes d'accélérateurs plus robustes aux conditions locales plus difficiles. Notamment en tenant compte de l'instabilité de l'alimentation électrique dans ces régions.

Les obstacles sont effectivement nombreux avant d'atteindre l'objectif défini par l'organisation mondiale de la santé pour les noncommunicable diseases (NCDs) dont le cancer fait partie : « The Agenda sets the target of reducing premature deaths from NCDs by one third by 2030 ». Pourtant de nombreux acteurs en Afrique et en dehors s'attellent avec optimisme et dynamisme à cette tâche herculéenne.

Bibliographie

- [1] Wild CP, Weiderpass E, Stewart BW, editors (2020). World Cancer Report: Cancer Research for Cancer Prevention. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. Available from: <http://publications.iarc.fr/586>.
- [2] United Nations Development Programme (UNDP). Human Development Report 2019. Beyond Income, Beyond Averages, Beyond Today: Inequalities in Human Development in the 21st Century. UNDP; 2019. Accessed November 25, 2020. hdr.undp.org/en/content/human-development-report-2019
- [3] Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, Bray F. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA Cancer J Clin*. 2021 May;71(3):209-249. doi: 10.3322/caac.21660. Epub 2021 Feb 4. PMID: 33538338.
- [4] <https://dirac.iaea.org/>
- [5] Elmore SNC, Polo A, Bourque JM, Pynda Y, van der Merwe D, Grover S, Hopkins K, Zubizarreta E, Abdel-Wahab M. Radiotherapy resources in Africa: an International Atomic Energy Agency update and analysis of projected needs. *Lancet Oncol*. 2021 Sep;22(9):e391-e399. doi: 10.1016/S1470-2045(21)00351-X. PMID: 34478675; PMCID: PMC8675892.
- [6] Christ SM, Willmann J. Measuring Global Inequity in Radiation Therapy: Resource Deficits in Low- and Middle-Income Countries Without Radiation Therapy Facilities. *Adv Radiat Oncol*. 2023 Mar 1;8(4):101175. doi: 10.1016/j.adro.2023.101175. PMID: 37008253; PMCID: PMC10050474.
- [7] Levin CV, El Gueddari B, Meghzi A. Radiation therapy in Africa: distribution and equipment. *Radiother Oncol*. 1999 Jul;52(1):79-84. doi: 10.1016/s0167-8140(99)00069-9. PMID: 10577690.
- [8] Abdel-Wahab M, Bourque JM, Pynda Y, Izewska J, Van der Merwe D, Zubizarreta E, Rosenblatt E. Status of radiotherapy resources in Africa: an International Atomic Energy Agency analysis. *Lancet Oncol*. 2013 Apr;14(4):e168-75. doi: 10.1016/S1470-2045(12)70532-6. PMID: 23561748.
- [9] Datta NR, Samiei M, Bodis S. Radiation therapy infrastructure and human resources in low- and middle-income countries: present status and projections for 2020. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2014 Jul 1;89(3):448-57. doi: 10.1016/j.ijrobp.2014.03.002. Epub 2014 Apr 18. PMID: 24751411.
- [10] Van Dyk J, Zubizarreta E, Lievens Y. Cost evaluation to optimise radiation therapy implementation in different income settings: A time-driven activity-based analysis. *Radiother Oncol*. 2017 Nov;125(2):178-185. doi: 10.1016/j.radonc.2017.08.021. Epub 2017 Sep 22. PMID: 28947098.
- [11] Irabor OC, Swanson W, Shaukat F, Wirtz J, Mallum AA, Ngoma T, Elzawawy A, Nguyen P, Incrocci L, Ngwa W. Can the Adoption of Hypofractionation Guidelines Expand Global Radiotherapy Access? An Analysis for Breast and Prostate Radiotherapy. *JCO Glob Oncol*. 2020 Apr;6:667-678. doi: 10.1200/JGO.19.00261. PMID: 32343628; PMCID: PMC7193821.
- [12] Ndlovu Ntokozo (2019) Radiotherapy treatment in cancer control and its important role in Africa *ecancer* 13 942
- [13] Ige TA, Jenkins A, Burt G, Angal-Kalinin D, McIntosh P, Coleman CN, Pistenmaa DA, O'Brien D, Dosanjh M. Surveying the Challenges to Improve Linear Accelerator-based Radiation Therapy in Africa: a Unique Collaborative Platform of All 28 African Countries Offering Such Treatment. *Clin Oncol (R Coll Radiol)*. 2021 Dec;33(12):e521-e529. doi: 10.1016/j.clon.2021.05.008. Epub 2021 Jun 9. PMID: 34116903.

06. Irradiation de la femme enceinte en radiothérapie :

AHH : Magali, est-ce que tu peux te présenter un peu à nos lecteurs. Nous parler un peu de ton parcours et comment tu en es arrivée à la radioprotection, et plus généralement à la radiothérapie.

ME : Avec plaisir. J'ai suivi un parcours universitaire comprenant une licence de physique à Caen, un master à Lyon et une thèse au synchrotron de Grenoble. J'ai ensuite suivi la formation du DQPRM au Centre Léon Bérard et exercé dans deux centres de radiothérapie, à l'ICO d'Angers et à l'IGR. Je travaille à l'IRSN depuis 2020, et donc à l'ASNR depuis la fusion IRSN/ASN début 2025.

AHH : Et pourquoi avoir quitté la routine clinique pour te diriger vers un organisme comme l'IRSN ?

ME : J'avais envie de développer d'autres compétences.

AHH : Et qu'est-ce qui t'a amené à t'intéresser plus particulièrement à la question de la femme enceinte exposée aux rayonnements ionisants ? Tu as un certain nombre de publications sur le sujet, et il semble que tu aies pas mal travaillé dessus.

ME : Je travaille au sein de l'Unité d'Expertise en radioprotection Médicale (UEM). À plusieurs reprises, des centres de radiothérapie nous ont sollicités afin de savoir s'il existait des recommandations spécifiques sur ce sujet. C'est ainsi que nous avons identifié cette thématique comme d'intérêt et démarré des travaux.

AHH : C'est donc une demande clinique à la base.

ME : Oui, à l'origine, il s'agissait d'une demande clinique, mais c'est aujourd'hui un projet de recherche interne qui s'appelle FEDORA (FEtal DOse in RAdiotherapy). Ce projet est co-piloté par le laboratoire de dosimétrie des rayonnements ionisants (LDRI) et notre unité, l'UEM.

AHH : Combien êtes-vous à travailler sur ce sujet ?

ME : Nous sommes principalement deux, avec Christelle Huet, mais d'autres collègues contribuent à certaines étapes du projet. Nous avons, par ailleurs, encadré deux stagiaires sur le sujet.

AHH : Est-ce ton seul sujet d'étude ?

ME : Ah non, pas du tout ! Ce sujet s'inscrit en parallèle d'autres missions, qui sont assez variées. Cette année, j'ai travaillé avec une collègue ergonomiste, Sylvie Thellier, sur un guide relatif à la sous-traitance des activités de physique médicale en radiothérapie. Nous assurons également une veille scientifique sur les évolutions techniques afin d'identifier l'émergence de potentiels enjeux de radioprotection. Je débute actuellement une étude bibliographique sur la radiothérapie fractionnée spatialement. Je travaille aussi avec nos chercheurs en sciences humaines et sociales sur différentes thématiques liées à la radiothérapie : les effets de l'introduction de l'IA (intelligence artificielle), les problématiques de fluidité lors de la préparation des traitements et la professionnalisation des MERM.

AHH : Peux-tu nous en dire un peu plus sur l'IA ?

ME : Il s'agit d'une recherche en sociologie, qui s'intéresse aux effets de l'introduction de l'IA dans le processus de traitement en radiothérapie, sur les reconfigurations professionnelles



**Magali Edouard -
Autorité de sûreté
nucléaire et de
radioprotection (ASNR)**

qu'elle peut générer et les évolutions des compétences qu'elle implique. Par exemple, certaines tâches pourraient être réaffectées à un autre corps de métier. Certains métiers vont prendre plus d'importance, etc. Concernant les compétences, l'utilisation de l'IA va sûrement faire perdre certaines compétences mais demandera d'en développer d'autres. Nous commençons cette étude sur les logiciels de contournage automatique.

AHH : C'est vraiment très intéressant ! Malheureusement, ces études semblent très peu connues et peu diffusées, alors qu'elles mériteraient de l'être.

ME : C'est un peu le rôle de l'UEM. Il y a quelque temps, j'ai suivi une étude menée au sein de ce laboratoire de sciences humaines et sociales, qui portait sur les effets de l'appropriation des nouveautés en radiothérapie.

Il y a eu des rapports de recherche très conséquents, difficiles à lire, car rédigés dans avec un vocabulaire propre à leur spécialité. Nous avons donc fait l'exercice de produire un rapport plus synthétique et plus adapté aux professionnels de la radiothérapie. C'est précisément ce à quoi j'essaie de veiller : faire en sorte que les résultats de la recherche menée à l'ASNR, soient disponibles pour les professionnels de santé concernés, afin qu'ils puissent s'en approprier les conclusions.

AHH : Comment décrirais-tu les missions de l'ASNR ? Quels sont aujourd'hui vos principaux axes de recherche dans le domaine de la radiothérapie ?

ME : En matière de radioprotection médicale en radiothérapie, la mission de l'ASNR est de contribuer, avec les autres acteurs du domaine, à sécuriser les traitements et à optimiser des expositions, dans un contexte d'innovation rapide. Depuis la fusion entre l'IRSN et l'ASN, les missions et les leviers d'action se sont élargis et couvrent la réglementation et le contrôle, l'expertise scientifique et à la recherche. Il y a une continuité dans les missions qui étaient historiquement menées par les deux structures. Ainsi, notre unité, l'UEM, est maintenue à l'identique et nous restons un des interlocuteurs privilégiés de l'ASNR pour les questions techniques portant sur la radioprotection médicale.

L'objectif de la recherche menée par l'ASNR dans le domaine de la radiothérapie est, d'une part de contribuer à une utilisation plus sûre et optimisée des rayonnements ionisants, et, d'autre part, de soutenir le développement d'une médecine de précision et plus personnalisée. Il s'agit par exemple d'évaluer les risques inhérents aux nouvelles techniques (radiothérapie « FLASH », fractionnée spatialement...) ou encore d'étudier la cardiotoxicité du cancer du sein. Ces projets sont souvent menés par des

équipes pluridisciplinaires, mêlant dosimétrie, radiobiologie, épidémiologie et sciences humaines et sociales.

AHH : Très intéressant. Travaillez-vous également avec les sociétés savantes nationales ou internationales ?

ME : Oui, bien sûr. Par exemple, pour l'étude en cours sur les effets de l'IA, l'étudiante a été intégrée au groupe de travail de la SFRO et nous sommes en train d'établir des liens avec le groupe du CN2PM. Au niveau international, nous participons à de nombreux groupes de travail comme des ESTRO workshops, la joint action SAMIRA (AURORAD) de la commission européenne qui démarre. J'ai aussi des collègues impliqués au niveau de la CIPR.

AHH : Comment s'est passée la fusion entre l'ASN et l'IRSN pour donner naissance à la nouvelle ASN ? Cela intéressera sûrement nos lecteurs !

ME : La réorganisation a commencé par la structuration des directions fonctionnelles et se poursuit actuellement pour les directions opérationnelles. La nouvelle organisation devrait être finalisée courant 2026. Une direction dédiée à la radioprotection et aux activités du nucléaire de proximité permettra de rapprocher les unités d'expertise et de décision/contrôle travaillant sur la radioprotection des patients.

AHH : Revenons maintenant à notre sujet principal. Pourrais-tu nous donner un peu plus de contexte sur la prise en charge de la femme enceinte en situation de radiothérapie en France ? Cela rejoint peut-être ta présentation au congrès de la SFPM en 2024.

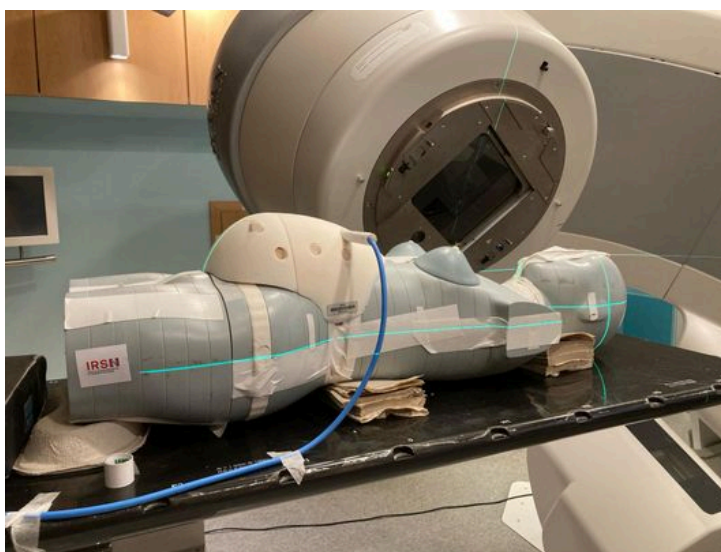
ME : Les statistiques disponibles sont assez limitées. On estime qu'un cancer est diagnostiqué pendant environ une grossesse sur 1 000. Dans 70 % des cas, le traitement a lieu pendant la grossesse, mais la radiothérapie n'est utilisée que dans 2 % des cas, soit environ 10 cas par an en France. En pratique, nous avons été sollicités pour environ trois cas par an au cours des trois dernières années.

AHH : Peux-tu nous résumer les principaux résultats de l'enquête que vous avez réalisé sur la situation en France ?

ME : Cette enquête présente certaines limites car nous n'avons reçu que 25 réponses de médecins médicaux et radiothérapeutes. Néanmoins, nous avons fait les constats suivants :

il existe une réelle appréhension autour de ces cas cliniques. Dans certains centres, cette inquiétude conduit même à refuser systématiquement le traitement des femmes enceintes, quelle que soit la localisation de la tumeur. Parfois, la grossesse n'est pas connue au moment du début du traitement, ce qui montre le besoin de consolider l'identification de ces grossesses.

Pour l'évaluation de la dose reçue par le fœtus, la chambre d'ionisation est majoritairement utilisée. Quelques centres ont indiqué utiliser leur TPS, alors que l'ensemble des TPS n'est pas adapté au calcul de la dose en dehors du champ de traitement. Dans un cas particulier, l'utilisation du TPS était néanmoins justifiée, car la grossesse



Fantôme ATOM femme avec le ventre imprimé en 3D, en résine VeroWhite, pour simuler une grossesse avancée (3ème trimestre) et permettre des mesures avec une chambre à ionisation de type FARMER au niveau de la région représentative de l'utérus, réalisé lors du stage d'Adel Chaabane.

avait été identifiée pendant le traitement d'un cancer du col de l'utérus.

En termes d'optimisation, nous avons reçu très peu de réponses. La majorité des centres utilise une protection abdominale. Un seul centre a indiqué avoir optimisé le plan de traitement pour réduire l'exposition du fœtus. Dans l'ensemble, ces résultats soulignent le besoin de recommandations pratiques pour accompagner les professionnels.

AHH : Y a-t-il des disparités de prise en charge de ces 10 patientes par an, en France, selon les centres ?

ME : Oui, chaque situation est très spécifique, en fonction de la localisation de la tumeur, de la prescription, de la technique utilisée, etc. C'est toujours du cas par cas.

AHH : Lors de ces prises en charge, les médecins disposaient-ils des outils adéquats pour estimer la dose ? La prise en charge était-elle bien procédurée ? Des mesures spécifiques ont-elles été mises en place par ces centres ?

ME : Lorsque les centres nous appellent, c'est souvent pour savoir si nous avons des recommandations pour ces prises en charge.

Les recommandations disponibles dans la littérature sont anciennes et pas toujours adaptées aux techniques actuelles. Il n'existe pas de procédure clairement établie. Néanmoins, en pratique, il est nécessaire d'évaluer et d'optimiser l'exposition du fœtus. Si l'exposition du fœtus est en dessous des

100 mGy définis par la CIPR, il n'y a pas de justification scientifique de proposer une interruption de grossesse pour des risques liés aux rayonnements ionisants. Nous recommandons de réaliser une évaluation systématique de la dose fœtale par la mesure sur un fantôme afin de prendre en compte, les spécificités du cas clinique et de l'accélérateur utilisé. Nous constatons une réelle appréhension au sein des équipes, qui disposent de très peu de temps pour réagir lorsqu'une femme enceinte doit être prise en charge. Dans ce contexte, il est difficile de mener une étude complète, combinant recherches bibliographiques et mesures. C'est là qu'avec notre expertise, nous pouvons discuter de ce qui peut être fait

notamment en fonction du matériel disponible localement et de la situation clinique. En tout cas, nous avons constaté qu'aucun des centres avec lesquels nous avons échangé ne disposait de dosimètre adapté pour effectuer une mesure in vivo au niveau du fœtus, en dehors du champ de traitement.

Lorsque que c'est possible, nous essayons de fournir des dosimètres RPL pour qu'ils puissent réaliser des mesures in vivo pendant le traitement afin de confirmer l'ordre de grandeur de la dose estimée sur fantôme, en disposant le détecteur sur le ventre de la patiente, généralement en regard du fond utérin.

AHH : Et pour vous, c'est intéressant aussi ?

ME : Oui. Cela nous informe sur les ordres de grandeur des doses reçues par le fœtus dans des circonstances cliniques particulières.

AHH : Alors, nous avons rencontré ce problème dans notre centre, et je ne sais pas comment, mais je me suis rapidement tourné vers l'IRSN, et plus particulièrement vers toi.

Est-ce que ça se passe comme ça tout le temps ? Comment fait-on concrètement pour bénéficier de votre expertise ?

ME : Concrètement, il est possible de me contacter directement ou bien d'utiliser la boîte mail de notre unité : rpmed@asn.fr. Nous y répondons volontiers, cela fait partie de nos missions.

Au-delà du partage d'expertise, l'intérêt de nous contacter est que nous pouvons également établir des liens entre des centres qui ont été confrontés à des situations similaires et dont nous avons connaissance.

Nous sommes également intéressés par les informations sur les cas cliniques pris en charge et les difficultés rencontrées, car cela alimente nos questions de recherche.

AHH : Parlons de ton travail scientifique. Il y a eu deux belles publications en 2025 :

une publiée dans la revue Radioprotection et l'autre publiée dans la revue Physica Medica. J'ai également vu que tu travaillais avec l'équipe de Dijon sur la précision des mesures selon le fantôme utilisé pour simuler une femme enceinte. Peux-tu nous en faire un petit résumé ?

ME : Chronologiquement, nous avons commencé par étudier l'exposition des fœtus en radiothérapie de manière exploratoire lors du stage d'Antoine Lecarpentier. Ensuite, lors du stage d'Adel Chaabane co-encadré avec Christelle Huet et Abdulhamid Chaikh, nous avons développé des ventres à placer sur notre fantôme femme CIRS pour simuler le deuxième et le troisième trimestre. C'est l'objet de la première publication. Ces ventres ont été réalisés par impression 3D à l'aide d'une résine appelée Verowhite, dont nous avons caractérisé l'équivalence dosimétrique avec de l'eau.

La seconde publication porte sur l'optimisation des plans de traitement pour réduire la dose reçue par le fœtus et le choix de la technique de



Campagne de mesure sur fantôme pour évaluer la dose foetale lors d'un traitement d'une tumeur cérébrale dans le cadre du projet FEDORA de l'ASNR. Magali Edouard et Mehdi Khalal du service de la Pitié-Salpêtrière.

traitement (VMAT ou RTC3D), en évaluant l'exposition du fœtus mais aussi la qualité du traitement pour la mère. Ce travail, réalisé en collaboration avec Catherine Jenny, Michel Chea, Mehdi Khalal et Antoine Lecarpentier du service de la Pitié-Salpêtrière, montre que, pour une tumeur cérébrale, il est possible d'utiliser un traitement par modulation d'intensité tout en maintenant une exposition comparable à celle d'un traitement RTC3D, grâce à l'optimisation des paramètres d'irradiation, en particulier de l'angle du collimateur, qui s'est révélé particulièrement efficace.

Notre collaboration avec le CGFL de Dijon, menée avec Igor Bessières et Axel Martin, est en cours et une publication est presque finalisée. Nous avons évalué le réalisme nécessaire des fantômes utilisés pour estimer la dose reçue par le fœtus, en utilisant comme référence des mesures in vivo réalisées directement sur le ventre d'une patiente enceinte traitée pour un cancer ORL. Nous avons étudié différents modèles de fantôme : un montage simple avec des plaques équivalentes à l'eau, un montage hybride avec des plaques et une partie anthropomorphe et un fantôme anthropomorphe corps entier pour lequel nous avons, ou non, ajusté ses dimensions à celles de la patiente.

AHH : Et donc des plaques suffisent ou on est trop loin de la réalité. Si tu peux en dire un mot ?

ME : Ah ah ah ! Je ne voudrais pas donner des résultats extraits de leur contexte pour éviter tout malentendu.

AHH : Parce que ça pose quand même la question de ce qui peut être disponible en routine clinique ?

ME : Oui... ce qui ressort vraiment c'est l'importance de déterminer les coordonnées du point de mesure sur la patiente, dans les trois dimensions par rapport à l'isocentre.

AHH : Le fantôme que vous avez développé n'est pas commercialisé. Il a été conçu dans un but de recherche, n'est-ce pas ?

ME : oui, il a été conçu pour réaliser des études paramétriques. Il apparaît difficile de développer un fantôme anthropomorphe capable de s'adapter à la grande variabilité des morphologies des patientes traitées.

AHH : Peux-tu revenir sur l'utilisation des tabliers, qui suscite encore beaucoup de questions ? Faut-il en mettre un ou plusieurs, et comment les positionner ? Est-ce qu'on le met en dessous ou au-dessus ? Ça ne sert à rien, c'est psychologique, etc.

ME : C'est effectivement une question récurrente que nous avons évalué pour un traitement au niveau ORL. Le gain, de l'ordre de 5-10%, reste modeste, et inférieur à celui obtenu par l'optimisation des paramètres du plan de traitement ou avec des protections plombées. Le principe d'optimisation en radioprotection consiste à maintenir l'exposition aux rayonnements ionisants au niveau le plus faible raisonnablement possible, en tenant

compte du contexte et des contraintes cliniques. Dans cette logique, l'utilisation d'un tablier de protection, lorsqu'il est disponible, peut contribuer à réduire simplement l'exposition fœtale.

Toutefois, le bénéfice réel de cette mesure dépend étroitement de la situation clinique, notamment de l'exposition du fœtus : un gain relatif de l'ordre de 10 % n'aura pas le même impact selon que la dose fœtale estimée se situe autour de 100 mGy ou dans une plage plus basse, autour de 10 à 20 mGy.

A chacun de définir les mesures de radioprotection à mettre en œuvre de manière proportionnées aux enjeux, en fonction de la situation clinique rencontrée. Le tablier peut également avoir un effet psychologique, dont l'intérêt relève davantage de l'appréciation médicale. En revanche, nous n'avons pas étudié spécifiquement l'impact de son positionnement ; nos mesures ont été réalisées en plaçant le tablier directement sur la partie abdominale du fantôme, en superposant les différentes couches.

AHH : Tu m'as parlé de collaboration avec deux centres et de publications communes. Je voulais donc savoir comment vous mettiez en place vos partenariats scientifiques.

Est-ce formalisé ou est-ce que vous travaillez seulement avec des physiciens que vous connaissez personnellement ?

ME : Il s'agit de collaborations motivées par l'intérêt scientifique des projets. Certaines sont anciennes, comme avec la Pitié-Salpêtrière. Christelle travaille avec eux depuis longtemps. Sinon, comme tu le dis, nous avons des liens privilégiés avec des centres, souvent par connaissance.

À Dijon, par exemple, c'est un ancien collègue qui travaille là-bas. Il y a aussi beaucoup de stagiaires et thésards qui deviennent ensuite physiciens médicaux.

Lorsque nous collaborons avec un centre, nous faisons en sorte que cet investissement soit valorisé, notamment par des publications communes, et veillons à limiter les sollicitations car nous sommes bien conscients des contraintes de temps des équipes.

AHH : L'ensemble des travaux dont nous venons de parler s'inscrit dans le cadre du projet interne FEDORA.

Ce projet permet d'introduire le second sujet, un projet européen plus vaste, appelé SONORA. Pourrais-tu en dire quelques mots ?

ME : SONORA est un projet de recherche européen qui porte sur l'exposition des femmes enceintes en radiothérapie et en imagerie médicale. Il est co-financé dans le cadre du partnership Pianoforte, qui a débuté en 2024.

Avec Christelle et Céline Bassinet, nous participons à l'établissement d'une revue bibliographique sur l'évaluation de la dose fœtale en radiothérapie, à une enquête réalisée auprès des centres, ainsi qu'à l'évaluation des doses fœtales pour un traitement de radiothérapie pour un cancer du sein et à celle des doses d'imagerie associées. Nous avons réalisé des mesures sur un Halcyon avec Axel et Igor du CGFL.

L'étude inclura notamment la protonthérapie, qui peut s'avérer très intéressante pour protéger le fœtus. Les deux projets se nourrissent mutuellement.

AHH : Le projet SONORA s'intéresse également à la radiologie. En quoi les problématiques différent-elles de celles de la radiothérapie ?

La question de la femme enceinte en imagerie est-elle plus fréquente en radiologie qu'en radiothérapie ?

ME : Oui, l'exposition des femmes enceintes en radiologie est beaucoup plus fréquente qu'en radiothérapie, et est également mieux protocolisée.

Lorsqu'une femme enceinte doit passer un scanner pour établir un diagnostic, cette situation est généralement bien prise en charge par les services.

Ce qui est surprenant, c'est que les doses obtenues au niveau du fœtus en radiothérapie peuvent être du même ordre de grandeur que celles obtenues avec un scanner, mais elles peuvent aussi être nettement plus élevées. Il est donc essentiel de sécuriser la prise en charge en radiothérapie.

AHH : Comment vis-tu la responsabilité de produire des données qui influencent directement la sécurité d'un futur enfant ?

ME : Je le vis comme une physicienne médicale. Le sujet est très motivant, car il vise à proposer un traitement adapté à la femme enceinte tout en protégeant au mieux le fœtus. Mais c'est aussi une source de stress : il faut être vigilant et éviter toute généralisation à partir de cas particuliers.



Equipe de physique médicale de la Pitié-Salpêtrière participant au projet FEDORA de l'ASNR. De gauche à droite : Catherine Jenny, Michel Chea et Mehdi Khalal.

AHH : Penses-tu que les équipes médicales sont assez formées sur ce sujet en radiothérapie ?

ME : D'un point de vue physique, la situation est complexe pour deux raisons principales. D'une part, on se situe généralement dans le domaine des faibles doses, peu familier aux équipes de radiothérapie. D'autre part, l'évaluation des doses hors champ demande aux physiciens de travailler hors conditions de référence, ce qui pose un certain nombre de problématiques inhabituelles. Ces difficultés peuvent générer une appréhension accrue et, parfois, conduire certaines équipes à refuser la prise en charge de femmes enceintes par manque de connaissances ou de repères sur le sujet.

AHH : Quel message souhaiterais-tu transmettre aux équipes de radiothérapie confrontées à ce type de situations ?

ME : Si vous êtes confrontés à la prise en charge d'une femme enceinte en radiothérapie, n'hésitez pas à nous contacter pour discuter évaluation et optimisation !

AHH : Dans les 10 prochaines années, quelles avancées souhaiterais-tu voir se concrétiser sur ce sujet ?

ME : Dans dix ans, j'aimerais que l'on puisse calculer les distributions de dose, y compris au-delà des sites traités, pour tous les patients en radiothérapie, et quelle que soit l'origine de l'exposition (traitement ou imagerie). Cela permettrait d'aller plus loin dans l'optimisation de l'exposition du fœtus pour le traitement des femmes enceintes, mais pourrait aussi bénéficier à l'ensemble des patients et en particulier pour les patients pédiatriques, en facilitant notamment l'étude des effets de ces doses à distance du site traité.

AHH : Avez-vous déjà pensé à organiser des formations sur des sujets dans lesquels vous êtes expert ? La femme enceinte par exemple ?

ME : Je trouve que la problématique des faibles doses pourrait être abordée de façon plus globale et proposée dans le cadre des enseignements du DQPRM. Mais je ne suis pas au fait du programme de la formation. Pour les femmes enceintes, nous cherchons déjà à être identifié comme travaillant sur le sujet. La situation restant rare, je ne suis pas sûre qu'une formation soit nécessaire. En tout cas, c'est important de communiquer sur les cas cliniques rencontrés. De notre côté, nous avons en tête de communiquer sur nos productions scientifiques. D'ailleurs, je te remercie pour cet entretien !



Campagne de mesure dans le cadre du projet international SONORA, réalisée au CGFL de Dijon. De gauche à droite : Céline Bassinet (ASNR), Magali Edouard (ASNR), Axel Martin (CGFL), Igor Bessières (CGFL) et Christelle Huet (ASNR).

07. Radiothérapie externe chez la femme enceinte atteinte d'une tumeur cérébrale: optimisation des paramètres de traitement

Magali Edouard (a), Catherine Jenny (b), Mehdi Khalal (b), Antoine Lecarpentier (a), Adel Chaabane (a), Philippe Maingon (b), Aurélie Isambert (a), Christelle Huet (a), Michel Chea (b)

(a) Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN), B.P. 17, Fontenay aux roses, France

(b) Groupe hospitalier La Pitié-Salpêtrière, AP-HP Sorbonne University, 47-83 boulevard de l'Hôpital, Paris, France

DOI : <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2025.105015>

Introduction

Cette étude porte sur l'optimisation des paramètres d'un plan de radiothérapie par photons afin de réduire la dose reçue par le fœtus dans le cas d'une femme enceinte traitée pour une tumeur cérébrale tout en maintenant une conformation de la dose acceptable au niveau tumoral. Nous avons analysé l'influence de plusieurs paramètres : l'angle du collimateur, le mode de filtration du faisceau (FF vs FFF) et le niveau de modulation des champs, pour deux techniques, la radiothérapie conformationnelle 3D (3D-CRT) et la radiothérapie par modulation d'intensité volumétrique (VMAT), en utilisant un accélérateur Varian TrueBeam STx.

Méthodologie

Deux approches expérimentales ont été menées :

- Des mesures de profils de dose hors champ réalisées dans un fantôme composé de plaques équivalentes à l'eau, à différentes distances de l'isocentre, avec un champ de 10x10 cm² pour plusieurs angles de collimateur et filtration du faisceau.

- Des évaluations de la dose fœtale, dans un fantôme anthropomorphe ATOM équipé de ventres imprimés en 3D simulant les différents stades de grossesse, pour huit plans (3D-CRT et VMAT, FF et FFF, modulation variable) préparés pour le cas d'une patiente traitée pour un glioblastome (60 Gy en 30 fractions).

Principaux résultats

1. Influence de l'angle de collimateur

L'angle du collimateur a un effet majeur sur la dose hors champ (voir Fig. 1 de la publication). Parmi les angles investigués, la réduction de dose fœtale la plus importante est obtenue avec l'angle de 50°. Contrairement aux recommandations fréquemment citées, l'angle de 90° n'est pas le plus protecteur à grande distance (>50 cm) pour le TrueBeam STx étudié.

2. Effet du mode FFF et effet du niveau de la modulation d'un plan VMAT

Les faisceaux sans filtre égalisateur (FFF) réduisent systématiquement la dose hors champ d'environ 40 % par rapport aux faisceaux filtrés (FF).

Une forte modulation augmente notablement la production de rayonnement diffusé au niveau du système de collimation et de fuite augmentant ainsi proportionnellement la dose fœtale. Pour le cas étudié, la dose reçue par le fœtus a doublé, comme le nombre d'UMs. L'optimisation du plan VMAT avait été poussée pour protéger les OARs, augmentant le nombre d'UMs.

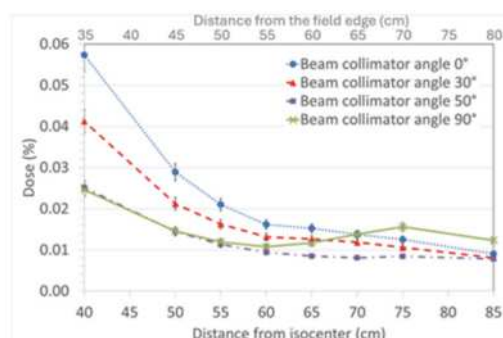


Fig.1. Focus on out-of-field dose profiles obtained in the slab phantom for the 6MV FFF beam from 40cm to 85cm from the isocenter as a function of the beam collimator angles. Doses were normalized to central axis dose.

3. Comparaison des techniques 3D-CRT et VMAT

Le plan fournissant la dose fœtale la plus faible est un plan 3D-CRT avec un collimateur à 50° (environ 8 mGy pour le traitement complet). Une dose du même ordre de grandeur (\approx 11 mGy) est obtenue avec un plan VMAT FFF optimisé (deux arcs, collimateur 50°/310°), qui assure par ailleurs une meilleure conformité tumorale. Pour le cas étudié, quel que soit le plan de traitement (voir Fig. 2 de la publication), la dose fœtale reste nettement en dessous de la limite recommandée par la CIPR égale à 100mGy, en dessous de laquelle il n'est pas

justifié scientifiquement de proposer une interruption de grossesse vis-à-vis des risques associés à l'exposition du fœtus.

Conclusion

L'étude montre qu'il est possible de réduire la dose fœtale par un ajustement judicieux des paramètres du plan, en particulier l'angle du collimateur et l'utilisation d'un faisceau FFF. De plus, un traitement VMAT optimisé vis-à-vis de la dose en dehors du champ de traitement permet, pour le cas étudié, de maintenir la dose fœtale à un niveau comparable à un plan 3D-CRT mais avec une qualité de traitement supérieure. Ainsi, l'application par défaut de la recommandation de recourir à la 3D-CRT systématiquement pour la prise en charge des femmes enceintes doit être questionnée en fonction du cas clinique et des nouvelles possibilités techniques. En termes de perspectives, des travaux sur le réalisme nécessaire des fantômes pour simuler une femme enceinte sont en cours de finalisation avec l'équipe du CGFL de Dijon ; ils contribueront notamment à déterminer les paramètres ayant un impact sur l'estimation de la dose fœtale.

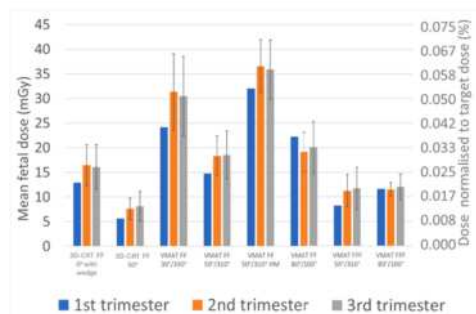


Fig.2. Mean fetal doses evaluated for the entire treatment, expressed in mGy and percentage of the total prescribed dose (60Gy), as a function of the eight studied plans and the pregnancy stages. The uncertainty bars indicate the standard deviation between dose point measurements in the phantom stage considered.



DSPS - Prominent®

Une avancée majeure en radiothérapie H&N : l'alliance de la SGRT et du DSPS-Prominent® de MacroMedics ouvre la voie à un positionnement patient nouvelle génération, sans masque.

Une solution innovante qui allie précision, confort et efficacité pour transformer l'expérience de traitement. Pour plus d'informations, écrivez-nous à contact@seemed.eu !

SGRT Ready

La meilleure solution pour vos traitements sans masques



BEAM GUIDE™

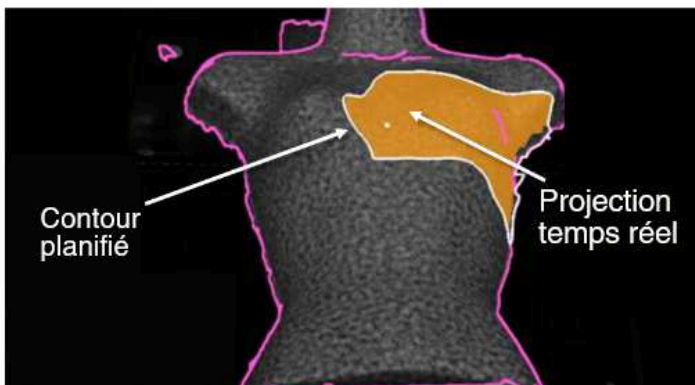
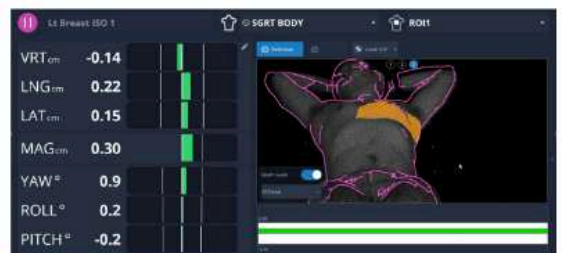
Vérifier et sécuriser la délivrance des traitements lors du positionnement du patient c'est désormais possible avec Beam Guide

alignrt®

QU'EST-CE QUE BEAM GUIDE ?

Beam Guide est un module pour AlignRT affichant les faisceaux du plan de traitement sur la surface du patient lors du positionnement et du traitement.

Cette projection en temps réel aide à détecter les erreurs de positionnement avant toute délivrance d'irradiation.



- ✓ Le contour planifié du faisceau s'affiche sous la forme d'un tracé blanc.
- ✓ La projection du faisceau s'affiche sous la forme d'une zone orangée.
- ✓ Ces deux visualisations peuvent être affichées pour le plan complet ou pour une sélection de champs.
- ✓ Vérifiez que la projection du faisceau s'inscrit bien à l'intérieur du contour planifié.

*Beam Guide s'affiche dans le module Postural Video d'AlignRT.

Pour en savoir plus, contactez Vision RT ou visitez visionrt.com

visionrt