

Mise au point

Information et communication en médecine nucléaire : vers une nécessaire harmonisation

Information and communication in nuclear medicine: Towards a necessary harmonization

G. Bonardel

Service de scintigraphie, centre cardiologique du Nord, 32-36, rue des Moulins-Gémeaux, 93200 Saint-Denis, France

Reçu le 9 mars 2015 ; accepté le 10 mars 2015

Disponible sur Internet le 9 avril 2015

Résumé

Du fait de dérives excessives dans le discours vis-à-vis des rayonnements ionisants, des comportements parfois totalement irrationnels et contre-productifs qui en découlent et, parce que pour certains, précaution rime avec déraison, scintigraphie avec phobie, microsievvert avec cancer ou que la moindre exposition d'une grossesse rime avec stress, d'un jeune enfant avec tourment ou d'une professionnelle enceinte avec crainte, l'ensemble de la communauté de médecine nucléaire se doit de réagir. Il est urgent de prendre conscience des effets néfastes de telles dérives pour l'avenir de la spécialité, et de plutôt faire rimer désormais rayon avec communication, radioactivité avec objectivité et médecine nucléaire avec discours unitaire. Le but de cet article est de donner quelques éléments de réflexion, d'analyse et de langage concernant la radioprotection en médecine nucléaire afin de prévenir les effets délétères d'une communication qui serait basée exclusivement sur le principe de précaution, en rappelant les aspects positifs et objectifs de la spécialité dans le cadre de la balance bénéfice/risque. Parmi les différents éléments de langage proposés, le plus emblématique consiste à ne plus recommander de mesure d'éviction particulière pour l'entourage, quel qu'il soit, des patients venant de bénéficier d'un examen d'imagerie nucléaire diagnostique, les doses cumulées par les sujets contacts, y compris les enfants en bas âge et les femmes enceintes, étant toujours très inférieures à 1 mSv et très souvent équivalentes à celles délivrées par l'irradiation naturelle de certaines régions sur quelques jours.

© 2015 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Radioprotection ; Communication ; Rayonnements ionisants ; Faibles doses ; Faibles risques ; Balance bénéfices/risques

Abstract

Because of excesses in the speech related to ionizing radiations which leads sometimes to totally irrational and counterproductive behavior, and because, for some, precaution rhymes with nonsense, scintigraphy with phobia, microsievvert with cancer or because the slightest exposure of a pregnancy rhymes with stress, of a young child with agony or a professional with fear, the time has come for the whole community of nuclear medicine to be aware fatal effects of such excesses for its future and to react in order to radiation with communication, radioactivity with objectivity and nuclear medicine with unitarian speech. The purpose of this article is to provide some elements of think, analysis and language concerning radiation protection in nuclear medicine with the will to prevent the noxious effects of a communication which would be too much based on the precautionary principle. On the contrary, the goal is to insist on the positive and objective aspects of the specialty within the framework of the balance clinical benefit/risk. The most important point which is proposed consists in eliminating of recommendations for patients any measure of eviction after a scintigraphy including for young children and pregnant women. Indeed, the radiation exposure for the entourage of a patient who leaves the nuclear medicine department is always very below 1 mSv and often close to the natural radiation exposure.

© 2015 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Keywords: Radiation protection; Communication; Ionizing radiation; Low doses; Low risks; Benefit/risk ratio

Adresse e-mail : gerald.bonardel@gmail.com.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.mednuc.2015.03.193>

0928-1258/© 2015 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

1. Introduction

Information et communication revêtent une importance primordiale dans nos sociétés modernes, notamment lorsqu'il s'agit d'appréhender des sujets sensibles ou polémiques pour lesquels émotions et passions viennent interférer avec les points de vue scientifiques plus pragmatiques et raisonnables, quand ils ne les éludent pas purement et simplement. La médecine nucléaire est une spécialité grandement méconnue du grand public et d'une partie de la communauté médicale et, avec elle, les problématiques liées à l'exposition aux rayonnements ionisants dans le domaine des faibles doses. Elles sont toutes deux la cible d'un discours extrémiste, volontairement sécuritaire. Ce dernier, sous couvert d'application du principe de précaution, extrapole de manière dogmatique les effets connus des rayonnements ionisants dans certaines conditions, notamment lors d'expositions à fortes doses, pour les transposer dans le domaine des faibles voire des très faibles niveaux d'exposition tels que rencontrés dans la pratique de la médecine nucléaire. Cet amalgame permanent, conduisant à ne considérer cette spécialité qu'au travers du prisme des risques potentiels, a pour principale conséquence d'occulter insidieusement les multiples bénéfices de la pratique de la médecine nucléaire et au-delà de l'imagerie irradiante ; bénéfices bien réels et objectifs comparés aux risques qui ne sont pour la plupart que spéculatifs puisque jamais observés dans l'espèce humaine en pratique courante vu le faible niveau d'exposition.

Au-delà de la lourdeur administrative et des conséquences économiques pour chaque service qu'entraîne l'application du principe de précaution pour de si faibles niveaux de risque, le climat de dangerosité extrême tel qu'il est véhiculé (la médecine nucléaire étant considérée par la Haute Autorité en santé comme une activité à risque majeur) entretient la

radiophobie inconsciente de tout un chacun, médecins cliniciens demandeurs d'examens y compris, et risque, si l'on n'y prend pas garde, de contribuer à une insidieuse remise en question de cette spécialité.

Conscient des effets néfastes de tels discours et comportements précautionnistes, reproduits par un grand nombre d'acteurs de la communauté de médecine nucléaire, le groupe de travail pluridisciplinaire de la SFMN consacré à la radioprotection a souhaité dans un premier temps édicter une charte commune. Ce manifeste en 12 points, sorte de profession de foi, sert de base à toutes les réflexions et actions qui sont menées au sein des différents sous-groupes de travail (*Annexe 1*). Il définit les termes de la radioprotection et pose, dans le cadre d'une communication volontairement simple et claire, les données objectives et irréfutables pour les principaux aspects touchant à la radioprotection en médecine nucléaire. Le point numéro 2 est particulièrement important et inédit car il stipule qu'en plus de la gestion du risque physique, la radioprotection s'attache à prendre en compte l'aspect psychologique, ne pas entretenir l'anxiété liée à l'exposition aux rayonnements ionisants, et au contraire la diminuer.

L'objectif de cet article est de lancer un appel à la responsabilité de chacun et de suggérer une attitude unitaire et consensuelle (*Fig. 1*). Il propose des éléments de langage et des réponses pour faire face à de nombreuses situations et questions rencontrées concernant la radioprotection en médecine nucléaire en restant bien évidemment dans le cadre réglementaire, mais présentés sous un angle pragmatique, rassurant, adapté à la médecine nucléaire de terrain et non pas systématiquement négatif et inquiétant. Le ton adopté y est volontairement incisif afin d'éveiller les consciences, l'argumentaire reprend bon nombre d'éléments déjà développés dans un précédent article [1].

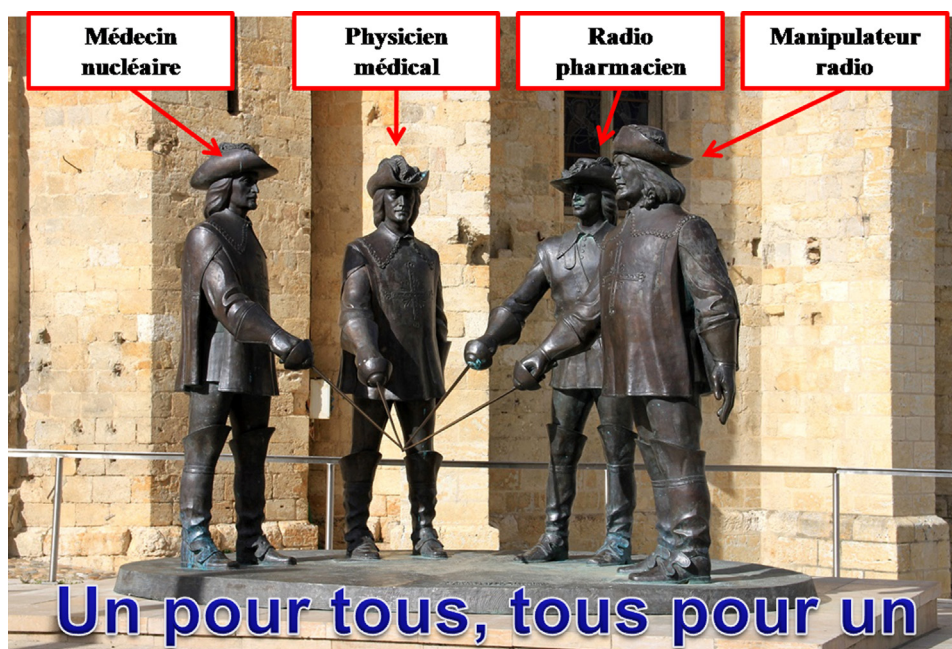


Fig. 1. Les mousquetaires de la médecine nucléaire.
The nuclear medicine musketeers.

Ainsi, nous verrons que la médecine nucléaire ne peut raisonnablement pas être considérée comme une activité à risque majeur contrairement aux assertions de la HAS, une expression délibérément positive sera proposée pour s'adresser aux patients afin de ne pas accroître leur angoisse, les consignes aux proches et à l'entourage des patients ayant bénéficié d'un examen de médecine nucléaire seront analysées, critiquées et revisitées, de même que la notion de dose cumulée d'examen irradiants sera commentée. Enfin, la médecine nucléaire thérapeutique ou radiothérapie interne vectorisée sera abordée en relativisant là encore sa dangerosité en matière de radioprotection sans cependant nier l'importance de consacrer les efforts d'identification et de démarche qualité sur ce domaine de la médecine nucléaire en particulier.

2. Non la médecine nucléaire n'est pas une activité à risque majeur

Lors de la certification V2010 des établissements de santé, révision 2011, la médecine nucléaire s'est vue attribuer le critère 26.b dédié à l'organisation des secteurs d'activités à risque majeur, au même titre que la radiothérapie et l'endoscopie, aux côtés du secteur de naissance et de la radiologie interventionnelle depuis la V2014. Dans la dernière version des procédures de certification, ce critère est intégré aux pratiques exigibles prioritaires, compte tenu des enjeux de sécurité des patients et des professionnels d'après le formalisme de la HAS.

Il convient cependant de rappeler quelques notions élémentaires concernant le risque et le danger et voir dans quelle mesure ces derniers peuvent se décliner vis-à-vis de la médecine nucléaire.

Le risque se définit comme la probabilité qu'un événement ou une situation dangereuse entraîne des conséquences négatives. En cas de probabilité forte, on parle de risque fort ou majeur. En cas de probabilité faible, le risque est faible. Le danger est un événement ou une situation susceptible d'entraîner des conséquences négatives [2].

Les rayonnements ionisants sont-ils dangereux ? La réponse est oui assurément pour des fortes doses reçues en une seule fois, à partir de 100 mSv. En dessous de cette valeur et a fortiori pour des doses étalées dans le temps, ce qui correspond aux conditions d'une pratique normale de la médecine nucléaire diagnostique, aucune observation concernant un quelconque déchet sanitaire significatif n'a jamais été faite. Il est donc tout à fait possible et même très probable que les rayonnements ionisants aux faibles doses ne constituent aucun danger. Sans danger : pas de risque. Mais par précaution et pour prendre en compte les effets stochastiques, il est convenu d'amalgamer les fortes et les faibles doses. Ainsi, en médecine nucléaire, on sait que la probabilité de survenue d'un événement néfaste de type cancer radio-induit est forcément extrêmement faible (si ce n'était pas le cas les études épidémiologiques auraient été capables de mettre en évidence un excès de cancer). Le risque en médecine nucléaire diagnostique, s'il existe, est donc faible ou négligeable et ne peut aucunement être classé comme majeur, puisque ne conduisant en aucun cas à un danger avéré.

On est en droit de se demander comment une spécialité, délivrant des faibles doses de rayonnements ionisants par le biais de médicaments radiopharmaceutiques ayant pour caractéristique commune de ne quasiment jamais entraîner aucune allergie ni aucun effet secondaire a pu être considérée comme activité à risque majeur si ce n'est par méconnaissance totale de cette spécialité ? Même si le problème est abordé sous l'angle de la médecine nucléaire à visée thérapeutique – pratique extrêmement minoritaire comparée à l'imagerie nucléaire diagnostique – il est difficile de la considérer comme une pratique à risque majeur car elle n'expose pas les patients aux mêmes niveaux de doses que la radiothérapie ou la radiologie interventionnelle, si l'on quitte l'échelon cellulaire pour le rapporter au corps entier. Il aurait été et il serait bien plus logique qu'elle soit rattachée pour ce qui est de la procédure de certification aux critères 22A et B relatifs à l'imagerie médicale dont elle partage les risques et les problématiques encore qu'elle ne soit que très peu concernée par les risques induits par l'administration de produits de contraste. En termes d'image et de communication, le classement initial et le maintien de la médecine nucléaire dans cette catégorie à risques majeurs a déjà des conséquences néfastes entretenant à tort le climat de méconnaissance, d'incompréhension, voire de défiance de la part des autres spécialités médicales, dont font partie les médecins cliniciens demandeurs d'examen, et des administrations.

En attendant le reclassement de la médecine nucléaire dans une catégorie correspondant plus justement à la réalité, un certain nombre d'éléments peuvent être avancés afin de relativiser les risques encourus par rapport aux événements survenant réellement.

L'Organisation mondiale de la santé a recensé les principales erreurs commises au niveau des soins de santé et qui affectent un patient sur dix dans le monde. Ces dernières, au nombre de neuf, concernent toutes (ou majoritairement) des procédures de thérapie et intéressent par ordre de fréquence et d'importance : la cohérence des noms des médicaments, l'identification des patients, la communication durant le transfert des patients, le traitement comme il faut, là où il faut, le contrôle des solutions d'électrolytes concentrées, la précision de la médication lors de transitions dans les soins, l'évitement des mauvais branchements de cathéters et de tuyaux, l'utilisation unique des dispositifs d'injection, une meilleure hygiène des mains pour préserver les infections associées aux soins de santé ; ces situations peuvent se rencontrer en médecine nucléaire comme ailleurs, mais n'impliquent aucunement la notion d'irradiation... surtout à faible dose.

Par ailleurs, l'ASN a mis en place en juillet 2007 un système de déclaration des événements significatifs de radioprotection (ESR). L'objectif d'un tel système est de pouvoir capitaliser les enseignements issus de l'analyse de ces événements afin de faire progresser collectivement la radioprotection. En vue d'informer le public de ces ESR et de les classer selon leur degré de gravité, des échelles de communication ont été élaborées et notamment une nouvelle échelle INES (échelle internationale des événements nucléaires) adaptée aux patients pour la radiologie et à la médecine nucléaire en intégrant la

probabilité de survenue d'un effet stochastique (pour une dose efficace supérieure à 100 mSv niveau 1 ou 2), la survenue d'effets déterministes (léger : niveau 1, modéré : niveau 2, sévère : niveau 3, décès : niveau 4) et le nombre de patients concernés.

Environ une cinquantaine d'ESR concernant les patients sont déclarés par an en médecine nucléaire (à rapporter aux plus de 1200 000 procédures effectuées chaque année) [3]. Notons que les cas d'extravasation de radiopharmaceutiques qui surviennent et qui ont été déclarés, contrairement à d'autres médicaments beaucoup plus toxiques, n'ont souvent aucune conséquence mais peuvent parfois entraîner une rougeur et une douleur locale plus ou moins associées à une ulcération avec une cicatrisation complète en deux à trois semaines. La moitié des événements déclarés concerne une erreur dite de « cible » (erreur d'administration d'un radiopharmaceutique à un patient, l'identitovigilance étant au cœur de cette problématique). L'ESR le plus marquant concernant l'identitovigilance ces 5 dernières années a concerné un patient admis pour un examen à visée diagnostique (une scintigraphie osseuse à l'HMDP ^{99m}Tc) ayant reçu, par erreur, une dose thérapeutique de 800 MBq d'¹³¹I avec pour conséquence l'ablation partielle de sa thyroïde. Les autres événements concernent une erreur de dose (erreur d'activité injectée). Ces erreurs d'activité injectée sont souvent anecdotiques, mais peuvent parfois être plus importantes. C'est le cas pour deux patients qui se sont vus administrer respectivement 900 MBq et 3,5 GBq de ¹⁸F-FDG au lieu des 450 MBq et 250 MBq prescrits. Pour ces 2 ESR, le médicament radiopharmaceutique a été préparé au moyen d'un système automatisé permettant de réaliser le conditionnement des seringues pour un patient donné à partir de médicaments radiopharmaceutiques. Le troisième ESR significatif en matière de dose concerne un enfant de 3 mois qui a reçu par erreur une dose de 1043 MBq de HMDP ^{99m}Tc entraînant une dose efficace estimée entre 25 et 60 mSv, ne donnant donc lieu à aucun classement (niveau 0) dans la nouvelle échelle INES patient.

Concernant les professionnels, les événements concernant des travailleurs (environ 15 % des ESR déclarés en médecine nucléaire in vivo, en médecine nucléaire à visée thérapeutique et dans les laboratoires de radio-analyse médicale) révèlent que les principaux risques sont liés aux opérations de préparation et de manipulation des médicaments radiopharmaceutiques avec un risque accru d'exposition externe, notamment au niveau des extrémités, et de contamination interne accidentelle (¹³¹I et ¹²⁵I, ^{99m}Tc, ¹⁸F-FDG, ¹¹C). Sur cinq années d'analyse des pratiques, l'événement le plus « grave » a conduit à une dose efficace de 14 mSv suite à une contamination interne d'un travailleur.

Si l'on ne peut que déplorer l'exceptionnel (mais intolérable) accident d'identitovigilance en rapport avec une dose thérapeutique d'iode 131, dans tous les autres cas rapportés (intéressant des actes d'imagerie), force est de constater que les conséquences sanitaires des erreurs commises ont été nulles. Ce constat rassurant vaut pour l'erreur majeure d'administration de 3,5 GBq de ¹⁸F-FDG délivrant une dose efficace corps entier au patient de 70 mSv environ (ce qui reste dans le domaine des faibles doses de rayonnements selon l'UNSCEAR), comme pour les expositions de femmes enceintes, la dose à l'utérus

étant nettement inférieure à 100 mSv, seuil des effets déterministes tératogènes radio-induits.

Cependant, concernant les femmes enceintes et afin d'être tout à fait exhaustifs, au cours de l'année 2014, deux ESR liés à l'administration de doses thérapeutiques d'iode 131 à des femmes enceintes ignorant leur état de grossesse ont été déclarés à la division de Paris de l'ASN ayant conduit à deux interruptions thérapeutiques de grossesse. Ce point concernant la médecine nucléaire thérapeutique sera abordé dans un paragraphe dédié en fin d'article afin de rappeler les bonnes pratiques en ce domaine.

Enfin, il convient de rappeler que les seuls accidents, parfois mortels, observés en France ces 30 dernières années en rapport avec la pratique de la médecine nucléaire ont concerné des chutes de patients dans les services, des malaises cardiaques en rapport avec l'épreuve de stress précédant la scintigraphie de perfusion myocardique, des problèmes de matériovigilance concernant les caméras (décrochage de collimateurs, dysfonctionnement de l'autocontourage), des problèmes septiques (possibles au point d'injection par éventuel défaut d'asepsie ou plus exceptionnellement par problème d'identitovigilance concernant les procédures de leucocytes marqués), mais jamais l'exposition aux rayonnements ionisants par elle-même en médecine nucléaire n'a entraîné le moindre détrimement sanitaire majeur chez un patient et a fortiori le moindre décès. Les risques en médecine nucléaire en lien avec l'usage de la radioactivité ne peuvent raisonnablement pas être mis sur le même niveau que ceux objectivement rencontrés quotidiennement dans les blocs opératoires, en radiothérapie ou en oncologie médicale.

Enfin, dans le cadre d'une juste pondération des dangers entre eux et d'une communication harmonisée, il convient de mettre en perspective le nombre d'événements indésirables pouvant être considérés comme significatifs sur les cinq dernières années : moins de 10 sur plus de 6 millions d'actes cumulés en médecine nucléaire versus plusieurs milliers d'effets secondaires significatifs chaque jour en rapport avec la pratique de la médecine allopathique. On peut également rappeler le nombre de décès survenus ces dix dernières années en France en fonction des différentes causes : pratique de la médecine nucléaire (0), vache folle (8), sida (12 000), accidents de la route (70 000), tabac (plus de 700 000).

3. Éléments de langage : « j'optimisme »

Les patients qui nous sont confiés en médecine nucléaire sont très souvent porteurs de pathologies graves relevant du domaine de la cancérologie, de la cardiologie, de la neurologie ou de l'urgence vitale avec notamment le diagnostic d'embolie pulmonaire. Ces patients ou leurs proches, ce qui est d'autant plus le cas pour la pédiatrie, arrivent souvent dans les services de médecine nucléaire avec un fort niveau d'angoisse lié à leur état de santé. Ce dernier est susceptible d'être augmenté par la méconnaissance déjà citée de la population générale vis-à-vis de termes tels que « nucléaire » ou « irradiation ». Aussi, se basant sur les travaux et pratiques des spécialistes de l'hypnose ou des techniques de relaxation, et pour reprendre l'accroche

d'une célèbre campagne de publicité, il s'agit de « positiver » et donc présenter les informations sous un angle positif. Concrètement, dans les phrases suivantes : « Bienvenue dans le service de médecine nucléaire », « N'ayez pas peur, cela ne fait pas mal », « Nous allons vous faire une piqure pour vous injecter un produit radioactif », « Le risque lié à l'irradiation de développer un cancer dans les suites de l'examen est très faible mais il n'est pas nul », il y a fort à parier que bon nombre de patients ne retiennent que les termes : nucléaire, peur, mal, piqure, radioactif, risque, irradiation et cancer. Le même discours peut être tenu mais sous un angle plus positif ou neutre, tout en signifiant rigoureusement la même chose : « Bienvenue », « Soyez rassuré, tout va bien se passer », « Nous allons vous administrer un produit qui ne provoque pas d'allergie ni aucun effet secondaire », « Pour réaliser vos images, nous avons besoin d'une très faible quantité de rayons qui ne présente aucun risque pour votre santé par rapport au bénéfice attendu ». Ces quelques phrases ne constituent que des exemples et il est du devoir de chaque professionnel exerçant dans un service de médecine nucléaire, à commencer par les manipulateurs qui se trouvent être les premiers interlocuteurs des patients, de se les approprier. Cette vision positive du discours concerne également les secrétaires médicales et les médecins et notamment le chef de service, qui endosse la responsabilité des directives et état d'esprit qui prévaut dans son service. D'aucuns dénonceront que ce genre de recommandations sont de l'ordre du détail et ne constituent pas de la « grande médecine » et encore moins de la « science ». Et pourtant, c'est souvent en s'attachant à corriger ce genre de « détails » que l'on contribue à respecter l'article 2 de la charte.

4. Sujets contacts et entourage : il est des économies qui ne servent à rien

Concernant la communication vis-à-vis de la radioprotection du public, il convient de s'interroger sérieusement du bien-fondé de la pratique observée dans bon nombre de centres de médecine nucléaire qui recommandent des mesures d'éviction et d'éloignement de l'entourage des patients ayant bénéficié d'examens scintigraphiques, notamment pour les femmes enceintes et les jeunes enfants afin d'éviter des expositions de l'ordre d'une ou de quelques dizaines de microsieverts, c'est-à-dire du niveau de l'exposition naturelle de certaines régions. En effet, de telles recommandations ont tendance à brouiller considérablement le message et entretenir une inquiétude absolument non fondée pour ce niveau d'exposition.

Comment expliquer à une patiente enceinte qui doit bénéficier d'une scintigraphie pulmonaire pour son diagnostic d'embolie pulmonaire délivrant au maximum de 1 à 2 mSv, qu'elle et son bébé ne risquent absolument rien, si pour une accompagnante enceinte on cautionne la dangerosité d'une dizaine ou centaine de microsieverts ?

Comment rassurer des parents concernant l'innocuité des examens de scintigraphie osseuse (4–5 mSv) ou de TEP (10–15 mSv) dont leur enfant doit bénéficier, si dans le même temps on leur remet une fiche demandant de limiter les contacts en fin d'examen avec les autres enfants en bas âge (la fratrie, les

copains, les voisins, etc. . .) qui eux vont recevoir des dizaines ou centaines de microsieverts au maximum ?

Les opposants, les plus radiophobiques, considèrent qu'il doit toujours être bénéfique quelque part d'éviter de si faibles irradiations pour les sujets contacts selon l'adage « il n'y a pas de petites économies ». Pour des expositions qui sont du niveau de l'irradiation naturelle, on doit pouvoir considérer qu'il existe des économies qui ne servent à rien. À titre d'exemple, le fait d'économiser ponctuellement et de mettre de côté une pièce de 20 centimes d'Euro serait-il susceptible de changer quoi que ce soit dans l'hypothèse très théorique où l'entreprise ou le budget familial devait faire faillite en fin d'année ? Les économies d'irradiation engendrées par des quelconques mesures d'éviction sont de ce niveau.

Pour les examens diagnostiques réalisés majoritairement avec des médicaments radiopharmaceutiques (MRP) marqués au ^{99m}Tc ou au ^{18}F , les patients irradient leurs proches ou éventuellement les soignants avec des débits de doses négligeables, de l'ordre de quelques microsieverts par heure à un mètre, soit d'un niveau comparable à celui de l'irradiation naturelle de certaines régions. Les études qui ont mesuré et/ou calculé les doses reçues par les sujets contacts des patients ayant bénéficié d'examens de médecine nucléaire ont montré que dans la plupart des cas, la dose cumulée était très inférieure à 100 μSv et dans les cas les plus pessimistes (sujet dormant dans le même lit que le patient ou enfant au contact d'une patiente ayant bénéficié d'un examen), la dose cumulée maximale ne dépassait pas 300 μSv [4]. Rappelons qu'en fonction des examens diagnostiques, des isotopes utilisés et des situations rencontrées, l'exposition des sujets contacts varie entre une journée et 20 jours d'irradiation naturelle dans le massif central ou, encore, entre une à deux journées d'irradiation naturelle dans l'état du Kérala en Inde. Un discours qui suggère de se tenir éloigné d'un patient sortant d'un service de médecine nucléaire (contraire aux recommandations de la SFMN) porte la responsabilité d'entretenir inutilement la radiophobie inconsciente existante dans la population générale et chez de nombreux professionnels de santé alors que l'irradiation cumulée au contact d'un patient ayant bénéficié d'un examen de médecine nucléaire diagnostique est toujours très inférieure à 1 mSv, ne justifiant aucunement la moindre mesure d'éviction y compris pour les enfants en bas âge et les femmes enceintes. Car faut-il rappeler, pour ces dernières, que les malformations congénitales ou tératogénèse sont des effets déterministes, effets à seuil liés à la mort cellulaire qui, par définition, ne peuvent pas survenir en deçà de 100 mSv et que la probabilité de survenue d'un cancer secondaire à une irradiation in utero est probablement nulle ou proche de zéro en dessous de cette même valeur de 100 mSv ? En effet, aucune augmentation du risque de cancer n'a pu être mise en évidence chez les enfants exposés in utero à Hiroshima et Nagasaki [5] et quelques rares études auraient montré une infime augmentation du risque relatif de leucémie (par rapport au taux spontané de leucémie dans l'enfance) à partir de 10 mSv, mais celles-ci ne sont que des études cas-témoin avec tous les biais qui leur sont attachés [6,7].

Pour évoquer également l'exposition des femmes enceintes professionnellement exposées, il est important d'harmoniser le

discours et les pratiques en rappelant, notamment aux personnes compétentes en radioprotection et aux médecins du travail, les recommandations de la CIPR 84 intitulée *Grossesse et irradiation médicale* [7]. Ces dernières stipulent que les femmes enceintes professionnellement exposées peuvent travailler dans un environnement sous rayonnement tant que l'on peut être raisonnablement sûr que la dose fœtale reste inférieure à 1 mSv pendant la grossesse. Le maître mot dans ce domaine est donc à l'étude du poste et concrètement, en médecine nucléaire, les professionnelles peuvent (doivent ?) continuer à travailler normalement, à l'exception des postes susceptibles d'exposer accidentellement le fœtus à une contamination (notamment concernant l'iode radioactif). En pratique et habituellement, pendant leur grossesse, elles sont retirées des postes de préparation et d'injection des médicaments radiopharmaceutiques ainsi que des postes d'administration thérapeutique. En revanche, les autres postes de travail au contact et à la manipulation des patients injectés ne posent pas de problème particulier, avec ou sans port d'un tablier plombé. En effet, outre le fait que ce dernier ralentit les déplacements et épuise progressivement la travailleuse du fait de son poids, son efficacité n'est significative que pour les basses énergies et négligeable pour les énergies photoniques plus élevées. Son port, ou non, doit être intégré intelligemment dans l'étude de poste.

Aussi, le point 9 de la charte du GT Radioprotection rappelle ces éléments et aucune mesure d'éviction de l'entourage, y compris pour les enfants en bas âge et les femmes enceintes, n'est préconisée pour ce qui concerne les examens diagnostiques de médecine nucléaire dans la fiche d'information des patients telle que présentée en [Annexe 2](#). Celle-ci peut servir de fiche d'information type et être insérée dans la partie radioprotection des fiches d'information des différents services de médecine nucléaire.

5. Dose cumulée : mythe et objectivité

De même, le discours alarmiste récurrent relatif à la dose cumulée tout au long de la vie du patient devrait être combattu ou du moins discuté. En effet, l'âge des patients et leur espérance de vie devrait être systématiquement pris en compte avant de parler d'éventuels cancers radio-induits (aux faibles doses ?) des décennies après l'exposition. L'analyse de l'exposition de la population française aux rayonnements ionisants liés aux actes de diagnostic médical faite régulièrement par l'IRSN au travers de différents rapports, le dernier récemment paru portant sur l'année 2012 [8], confirme que la médecine nucléaire ne représente que 1,3 % des actes irradiants (chiffre globalement stable depuis 2007) et ne délivre que 7,8 % de la dose totale (versus 10,2 % en 2007, ce qui prouve en soi les efforts qui ont été faits par la communauté de médecine nucléaire pour maîtriser la dose délivrée). Ce même rapport montre qu'en médecine nucléaire 80 % des actes réalisés concernent des patients âgés de plus de 55 ans, patients majoritairement atteints de pathologies graves à faible espérance de vie. Enfin, si la dose efficace annuelle moyenne par habitant est estimée à 1,6 mSv (versus 1,3 mSv en 2007), l'analyse de la répartition de la dose efficace individuelle

annuelle pour les 44 % d'individus ayant bénéficié d'un ou plusieurs actes diagnostiques en 2012 montre que 70 % d'entre eux ont reçu moins de 1 mSv, 18 % entre 1 et 10 mSv, 11 % entre 10 et 50 mSv et seulement 1 % plus de 50 mSv, ces deux dernières catégories concernant des patients souvent âgés et porteurs de pathologies graves.

De plus, les professionnels mettant en œuvre les rayonnements ionisants devraient savoir rappeler les bases élémentaires de la radiobiologie et de la réparation spontanée de l'ADN entre deux expositions qui constituent le fondement même de la radiothérapie (peu d'effet sur les tissus sains lors du fractionnement et de l'étalement de la dose par rapport à une forte dose reçue à fort débit de dose) [9,10]. En effet, 100 mSv reçus en une seule fois (dose impossible à atteindre en une seule procédure d'imagerie nucléaire) ne peuvent être équivalents en termes d'effets à l'échelle du patient à 10 examens délivrant chacun 10 mSv répartis et étalés dans le temps (sur 5 ans par exemple avec un examen tous les six mois). Les exemples que l'on peut utiliser sont nombreux dans ce domaine. Pour les médecins, on peut illustrer le propos avec les pratiques de radiothérapie, impliquant de fortes doses d'irradiation, et rappeler que c'est parce que 50 Gy délivrés en une seule séance auraient des conséquences catastrophiques que ces derniers sont délivrés sur 5 semaines sous la forme de 25 séances de 2 Gy. Pour les non-médecins, un exemple classique fait appel à la consommation d'eau : si 100 litres d'eau absorbés en une seule fois sont néfastes pour la santé (pour ne pas dire assurément mortel), la même quantité répartie sur une année sous la forme de 100 fois 1 litre ou 1000 fois 1 décilitre est sans effet néfaste (et au contraire, on ne peut plus bénéfique). Un autre exemple, tout aussi classique, fait appel aux conséquences diverses entre recevoir en une seule fois un poids de 1 kg sur la tête comparé à 100 billes de 10 g réparties dans le temps sur une ou plusieurs années ou encore 1000 microbilles de 1 g.

La philosophie de la radioprotection des travailleurs qui consiste à établir des limitations d'exposition sous la forme de doses maximales admissibles (normes de sécurité maximales et non seuils de dangerosité, rappelons-le) est également basée sur des extrapolations faites entre fortes doses et faibles doses d'une part, dose flash et dose cumulée dans le temps d'autre part. Celle-ci, plus restrictive, ne doit évidemment pas être transposée à la radioprotection des patients pour lesquels il existe une justification médicale avec un bénéfice attendu de l'examen irradiant.

Cet amalgame fait autour du cumul des doses reçues dans le cadre de la radioprotection des travailleurs d'une part et la radioprotection des patients d'autre part est néfaste pour la bonne prise en charge de ces derniers. Dans un cas, elle garantit, grâce à l'utilisation (ici judicieuse) du principe de précaution, une sécurité maximale pour les professionnels exposés n'attendant aucun bénéfice personnel d'une irradiation. Dans l'autre, elle instille, sans aucune base scientifique, de manière insidieuse et inconsciente dans l'esprit des patients et des médecins demandeurs la notion de dangerosité de l'irradiation cumulée dans le temps tout au long de la vie. On commence à constater l'effet néfaste d'un tel amalgame sur le comportement des médecins demandeurs (quand il ne s'agit pas de celui des

médecins prescripteurs pourtant sensés être des spécialistes de rayonnements ionisants et de leurs effets) qui décident d'espacer ou de surseoir à la réalisation d'examen pourtant médicalement justifiés, opposant médecine basée sur les preuves (recommandations des sociétés savantes concernant la prise en charge des pathologies, prévoyant le type d'examen et la fréquence de leur réalisation en fonction du contexte) et croyance individuelle.

6. Cas particulier de la thérapie

D'après le tableau de bord national de 2013 concernant l'activité de médecine nucléaire, les actes de radiothérapie métabolique (ou radiothérapie interne vectorisée ou RIV), largement dominés par l'IRAthérapie pour le traitement des cancers de thyroïde ou les hyperthyroïdies, représentaient très exactement 1 % des actes réalisés (12 785 traitements versus 1272 274 actes diagnostiques). L'utilisation de radio-isotopes émetteurs de rayonnements particuliers de fort transfert linéique d'énergie (parcours limité et dépôt énergétique élevé), donc très irradiants sur leur trajet (ex : émetteurs bêta, voire alpha), permet de délivrer des doses élevées aux lésions cibles en épargnant les tissus sains environnants. Ces deux caractéristiques dépendent bien évidemment de la sélectivité du ciblage tumoral. Il s'agit d'une activité de niche, mais avec un fort potentiel comme en témoignent une littérature abondante et un nombre relativement important d'essais cliniques en cours.

Aussi, s'il est un domaine dans la pratique de la médecine nucléaire qui mérite tout particulièrement d'axer les efforts en matière de radioprotection, c'est bien celui de la thérapie surtout en ce qui concerne l'identitovigilance.

Il convient cependant, même pour la médecine nucléaire à visée thérapeutique, de relativiser sa dangerosité car elle n'expose pas les patients aux mêmes niveaux de doses (rapportées au corps entier) que la radiothérapie ou la radiologie interventionnelle par exemple et, de fait, le nombre et la gravité des incidents ou accidents est sans commune mesure avec ceux survenant dans ces deux autres spécialités. En effet, en médecine nucléaire thérapeutique, les incidents ou accidents sont exceptionnels et les conséquences sanitaires, lorsqu'ils surviennent, restent mineures ou du moins acceptables, si l'on met à part les deux administrations thérapeutiques chez des femmes enceintes survenues en 2014, déjà citées, qui ont malheureusement conduit à des décisions d'interruption thérapeutique de grossesse. Aussi, il est capital de rappeler que le dosage quantitatif des β HCG doit être systématique avant toute administration thérapeutique chez une femme en âge de procréer non formellement ménopausée. En dehors de tout dysfonctionnement, il est bon de garder à l'esprit que dans le cadre de l'IRAthérapie les effets secondaires sont en général mineurs et transitoires et qu'il faut atteindre une dose cumulée de 22 GBq (soit 6 administrations de 100 mCi) pour voir apparaître une inversion de la balance bénéfique/risque avec une augmentation du risque de second cancer radio-induit [11]. Il s'agit également de relativiser l'exposition de l'entourage après une IRAthérapie. La CIPR 105 dans son paragraphe 123 indique qu'une dose cumulée de 5 mSv par épisode pour un adulte (pour la période qui suit la

sortie d'un patient après une thérapie) est raisonnable. L'étude de Rémy et al. [12] a montré que 76 % des proches des patients ayant bénéficié d'une IRAthérapie (3,7 GBq d'iode 131) pour cancer de thyroïde recevaient une dose cumulée $< 50 \mu\text{Sv}$ et que la dose maximale reçue avait été de $200 \mu\text{Sv}$ (soit l'équivalent de 30 jours d'irradiation naturelle moyenne). De tels résultats obtenus à l'issue d'une hospitalisation classique de trois jours pour les patients, avec l'énergie de 364 keV et la période de 8 jours propres à l'iode 131, doivent faire relativiser grandement l'irradiation de l'entourage et de l'environnement lorsque l'on a affaire à des actes de médecine nucléaire diagnostique.

7. Conclusion

Profitant de la grande méconnaissance de la médecine nucléaire par le public et une bonne partie de la communauté médicale, le discours précautionniste, tel qu'il peut être véhiculé çà et là, amalgame sans discernement, pratiques industrielles et pratiques médicales, fortes doses et faibles doses, radiothérapie et imagerie. Le précautionnisme primaire est dangereux en soi car il pénètre tellement les esprits qu'il est inaccessible au raisonnement et passe par dessus les bases scientifiques et médicales. Les précautionnistes agissent par réflexe et non par réflexion. La médecine nucléaire est ainsi assimilée à une pratique à risque (majeur de surcroît), ce qui affaiblit jour après jour cette spécialité et pourrait ainsi contribuer à remettre en cause sa pérennité.

Le Marshall Mac Luhan, philosophe et sociologue canadien contemporain, célèbre théoricien de la communication disait que « nous sommes ce que les autres perçoivent ». Cautionner de quelque manière que ce soit, dans le discours ou les pratiques, les théories trop précautionnistes contribue à fragiliser la spécialité.

Il est du devoir de la communauté de médecine nucléaire dans son ensemble, médicale comme non médicale, d'être consciente des effets délétères de certaines pratiques ou recommandations telles que parfois observées chez certains professionnels ou dans certains services qui mettent en péril l'avenir même de la spécialité. Il lui appartient d'être responsable, unie et cohérente en ce qui concerne ses comportements et ses discours vis-à-vis de la radioprotection en médecine nucléaire en dénonçant l'ineptie et en refusant en bloc la phobie du microsievert du fait d'expositions inférieures ou égales à celle de l'irradiation naturelle. À l'échelon du millisievert, elle se doit de rappeler l'absence de risque déterministe et le caractère hypothétique assurément très faible, voire nul, du risque stochastique. Il faut affirmer la maîtrise de ses pratiques mises totalement au service des patients (directement dans le cadre de l'irradiation médicale ou indirectement pour ce qui est de l'exposition professionnelle) grâce à la justification et l'optimisation avec pour principale conséquence des bénéfices médicaux considérables, indicateurs sanitaires et preuves scientifiques à l'appui, depuis l'invention de l'irradiation médicale diagnostique comme thérapeutique. Enfin, concernant cette dernière, seule pratique – extrêmement minoritaire comparée à l'imagerie – susceptible de délivrer aux patients des doses significatives, il s'agit de garantir, comme le font l'ensemble des autres médecins thérapeutes, le respect des

règles de bonnes pratiques médicales et de radioprotection afin que les incidents dans ce domaine restent exceptionnels, comme c'est le cas à l'heure actuelle, contrairement à la majorité des autres champs de la médecine.

Ces éléments de langage ne devraient pas être perçus comme de simples recommandations optionnelles mais, au contraire, comme d'authentiques injonctions à mettre en œuvre dans les meilleurs délais dans la pratique quotidienne de la médecine nucléaire dans les services, mais également dans l'enseignement de la radioprotection en médecine nucléaire, dans les instituts de formation, y compris pour les personnes compétentes en radioprotection dans le domaine médical.

Déclaration d'intérêts

L'auteur déclare ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

Remerciements

L'auteur remercie chaleureusement le Pr Jean-Philippe Vuillez et le Dr Eric Gontier pour leur relecture attentive du manuscrit et leurs remarques pertinentes.

Annexe A. Matériel complémentaire

Le matériel complémentaire (Annexes 1 et 2) accompagnant la version en ligne de cet article est disponible sur <http://www.sciencedirect.com> et <http://dx.doi.org/10.1016/j.mednuc.2015.03.193>.

Références

- [1] Bonardel G. Radioprotection en médecine nucléaire : pourquoi et comment faire mieux. *Med Nucl* 2014;38:188–99.
- [2] Kouabenan DR, Munoz Sastre MT, Cadet B, Hermand D. Psychologie du risque : identifier, évaluer, prévoir. De Boeck Supérieur Editeur; 2007 [Collection : ouvertures psychologiques].
- [3] Rousse C, Cillard P, Godet JL. Retour d'expérience sur les événements déclarés à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) dans le domaine médical. *Radioprotection* 2014;49:61–7.
- [4] Strahlenschutzkommission. Strahlenexposition von Personen durch nuklearmedizinisch untersuchte Patienten Empfehlung der Strahlenschutzkommission. *Bundesanzeiger* 1998 [Nr 208 vom 05.].
- [5] Yoshimoto Y. Cancer risk among children of atomic bomb survivors. A review of RERF epidemiologic studies. *Radiation Effects Research Foundation. JAMA* 1990;264:596–600.
- [6] Doll R, Wakeford R. Risk of childhood cancer from foetal irradiation. *Br J Radiol* 1997;70:130–9.
- [7] Publication 84 de la CIPR–Grossesse et irradiation médicale; 2001 [Traduction française : Y.-S. Cordoliani, J. -C. Nénot].
- [8] Exposition de la population française aux rayonnements ionisants liée aux actes de diagnostic médical en 2012. Rapport PRP-HOM 2014-006. IRSN; 2014.
- [9] Cordoliani YS, Foehrenbach H. Radioprotection en milieu médical. 2ème édition Principes et mise en pratique. Masson; 2008.
- [10] ICRP (International Commission on Radiological Protection). The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *Ann ICRP* 2007;37 [ICRP Pub. 103].
- [11] Rubino C, de Vathaire F, Dottorini ME, Hall P, Schwartz C, Couette JE, et al. Second primary malignancies in thyroid cancer patients. *Br J Cancer* 2003;89:1638–44.
- [12] Rémy H, Coulot J, Borget I, Ricard M, Guilabert N, Lavielle F, et al. Thyroid cancer patients treated with ¹³¹I: radiation dose to relatives after discharge from the hospital. *Thyroid* 2012;22:59–63.