

Exposition médicale aux rayonnements ionisants en radiodiagnostic



→ Les “rayonnements ionisants”, c’est quoi ?



Dans le domaine de la radiologie conventionnelle et interventionnelle, de la mammographie, ainsi que du scanner, les rayonnements ionisants sont des rayons X produits à partir d'un tube radiogène qui n'émet ces rayons que lorsqu'il est traversé par un courant électrique. Le passage des rayons X dans l'organisme provoque des interactions plus ou moins importantes avec celui-ci suivant la quantité de rayonnement reçue. La quantification du rayonnement “absorbé” dans l'organisme est décrite par la notion de dose absorbée. Les appareils délivrent des rayonnements ionisants qui sont comptabilisés dans la dose absorbée.



→ Justification médicale des actes

Chaque acte médical est pratiqué pour procurer un bénéfice immédiat, ou à plus long terme, sur la santé de la personne qui en bénéficie. Aucun médecin ou chirurgien, quelle que soit sa spécialité, ni aucun patient ne peut imaginer se passer des examens d'imagerie pour arriver à un diagnostic et donc à une prise en charge. Au-delà du diagnostic, la radiologie interventionnelle permet également des traitements (par

exemple pose de drains, destruction tumorale, embolisation d'anévrisme...) en évitant une chirurgie, réduisant considérablement les risques et les complications pour les patients. Cependant, aucun acte médical n'est dénué de risque. Dans cette notion de bénéfice / risque, le risque résiduel doit être très faible par rapport aux bénéfices apportés par l'acte médical. Le médecin radiologue, de par sa formation médicale prolongée et spécialisée, vérifie le bénéfice attendu de l'examen afin de ne pas exposer le patient inutilement. A l'instar du médecin qui demande l'examen d'imagerie, il a l'obligation de justifier chacun des examens qu'il effectue. Il peut décider d'un autre examen que celui demandé s'il l'estime plus pertinent pour le patient.

→ Optimisation et limitation de l'exposition



seulement au patient mais aussi à la pathologie recherchée ou identifiée et s'appuie sur le principe ALARA : As Low As Reasonably Achievable c'est-à-dire Aussi Bas que Raisonnablement Possible.

Une fois la justification de l'examen acquise, le médecin radiologue doit s'assurer de l'optimisation de sa réalisation (la dose la plus juste pour obtenir le diagnostic) pour limiter l'exposition du patient au maximum. Cette optimisation repose sur deux versants complémentaires avec :

↘ Un versant médical :

Le médecin radiologue, secondé par le manipulateur en électroradiologie médicale (professionnel de santé paramédical), décide du protocole de réalisation de l'examen. Ce protocole est adapté non

↘ Un versant technologique :

Les progrès technologiques constants dans le domaine du matériel médical couplés aux progrès de l'informatique permettent des examens de plus en plus performants et de moins en moins irradiants. Pour ne citer que deux exemples : en radiologie conventionnelle, baisse des doses délivrées par l'utilisation des systèmes numériques par rapport aux systèmes analogiques et en scanographie, diminution de plus de la moitié des doses délivrées par les nouveaux scanners comparativement aux scanners d'ancienne génération.



→ Idées reçues sur les doses

↘ Les différents risques liés aux rayonnements ionisants

Ces risques sont essentiellement de deux types : les effets stochastiques et les effets déterministes.

↘ Les risques stochastiques ou aléatoires

Ces effets sont probabilistes et n'ont pas de seuil d'apparition. Ils ne dépendent donc pas de la dose mais de la probabilité de

voir apparaître un cancer radio-induit (par exemple) qui augmente parallèlement à la majoration de la dose délivrée. Le sur-risque radiologique est cependant tellement faible qu'il est particulièrement difficile à quantifier, même lors d'études épidémiologiques internationales de grande envergure. Il ne conduit donc pas à renoncer à la réalisation d'examens radiologiques mais à parfaitement appliquer les principes de justification et d'optimisation, ainsi que celui de substitution (remplacer, lorsque cela est pertinent, un examen irradiant par un examen non irradiant, échographie ou I.R.M.).

En s'appuyant sur des études épidémiologiques, différents coefficients sont déterminés et réévalués régulièrement par la Commission Internationale de Protection Radiologique, CIPR, pour tenir compte du risque cancérogène suspecté des rayonnements ionisants à faible dose sur les différents tissus.

➤ Les risques déterministes

Les effets déterministes (c'est-à-dire autres que stochastiques et génétiques) ne se produisent que si un niveau seuil suffisamment élevé est atteint (par exemple les brûlures). Ils sont donc directement reliés à la dose reçue et leur gravité est proportionnelle à celle-ci. La prévention des risques déterministes se fait en maintenant toujours les doses en dessous du seuil d'apparition. Les examens de radiologie conventionnelle, de mammographie, de scanner sont systématiquement très en dessous des seuils d'apparition des effets déterministes. Ces effets peuvent néanmoins s'observer après certaines procédures de radiologie interventionnelle complexes, malgré toutes les précautions prises.

➤ Les effets génétiques

Ils n'ont jamais pu être mis en évidence chez l'homme, y compris après des irradiations telles que Hiroshima et Nagasaki.

En France, l'exposition naturelle moyenne annuelle est de 3 mSv. D'où vient cette dose ?

La dose efficace, exprimée en sievert (Sv), tient compte de la "nocivité" du rayonnement concerné et de la radiosensibilité de l'organe exposé, soit de l'effet biologique des rayonnements. Les ordres de grandeurs que l'on trouve sont généralement de l'ordre du millième de sievert soit le millisievert (mSv). Dans notre vie quotidienne, chacun de nous est soumis à une exposition aux rayonnements ionisants. Ces rayonnements proviennent du ciel (rayonnements cosmiques à 0.35mSv au niveau de la mer et qui augmentent avec l'altitude), du sol (rayonnements telluriques à 0.5mSv), de notre propre corps (potassium et carbone à 0.5mSv) mais surtout du radon (1,5 mSv en moyenne). Le radon est un gaz radioactif. En France, l'exposition naturelle est en moyenne de 3 mSv, mais on observe de grandes disparités selon l'emplacement. Cette dernière peut même atteindre 20 mSv, voire 100 à 200 mSv dans certaines régions du monde (Inde, Iran).

➤ Ordre de grandeur des doses reçues lors d'examens radiologiques

Les doses reçues lors des examens radiologiques sont maîtrisées et optimisées. Quelle est la dose délivrée lors de la prise d'un cliché radiologique classique ? Lors d'un examen scannographique, l'exposition est-elle importante ? En France, l'exposition moyenne **due aux actes médicaux diagnostiqués** est de 1.57 mSv. Cette valeur prend en compte également les actes de médecine nucléaire.

Dans le tableau, ci-dessous (Tableau 1), quelques valeurs de dose efficace (optimale) pour différents examens. Ces valeurs sont directement déduites des PDS ou PDL notifiés dans les comptes rendus

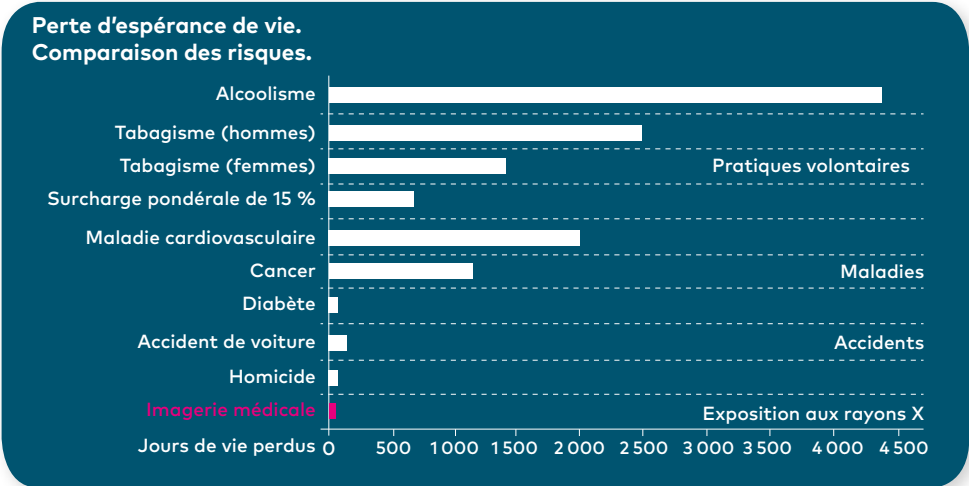
d'examen avec divers coefficients de pondération.

Si l'on se réfère au tableau ci-dessous (Tableau 1), un examen radiographique

Tableau 1

Examen	Dose efficace indicative (mSv)	Comparaison avec l'exposition médicale moyenne (ASNR, 1,57 mSv/an)
Densitométrie osseuse (DEXA)	0,001	≈ 0,0006 ×
Radiographie dentaire intra-orale	0,005	≈ 0,0032 ×
Panoramique dentaire	0,01	≈ 0,006 ×
Radiographie thorax (face/profil)	0,1	≈ 0,06 ×
Mammographie numérique (dépistage)	0,28	≈ 0,18 ×
Radiographie rachis lombaire	1,5	≈ 0,96 ×
Scanner thoracique faible dose (dépistage)	1,5	≈ 0,96 ×
Scanner cérébral	1,6	≈ 1,0 ×
Scanner thoracique diagnostique	6,1	≈ 3,9 ×
Scanner abdomen-pelvis	7,7	≈ 4,9 ×
Coroscanner (CT cardiaque coronaire)	8,7	≈ 5,5 ×

Graphique 1



complet du thorax correspond donc à une exposition naturelle de moins de 15 jours. Cette même exposition pourra être atteinte en une semaine si vous êtes en haute montagne. Un pilote de ligne, ou un passager, qui effectue le trajet Paris-Tokyo, reçoit une dose supérieure en un A/R à celle d'un examen de thorax. Lors d'une année de travail, la dose reçue par ce même pilote, peut être équivalente à plusieurs examens radiographiques.

Si l'on se place sur une échelle des risques qui conduisent à une diminution de l'espérance de vie, l'exposition aux rayonnements ionisants en imagerie médicale est

négligeable comparativement au tabagisme, à l'alcoolisme, au surpoids, aux accidents routiers etc. Dans la mesure où seuls certains patients ont recours à des examens ionisants, le risque potentiel de cancer ne peut pas être calculé à l'échelle de toute la population : en effet, près de 60 % des Français n'ont aucune exposition aux rayonnements ionisants médicaux.

→ Obligations légales du médecin radiologue

Le médecin radiologue est soumis au respect de certaines règles et obligations. Sa pratique est une des plus contrôlées. Le médecin radiologue doit déposer un dossier de déclaration ou d'enregistrement auprès de l'Autorité de Sureté Nucléaire et de Radioprotection, avant l'installation des appareils. L'ASNR a le pouvoir de fermer un service, ou d'interdire l'utilisation d'un appareil, si elle juge que la pratique n'est pas sécurisante pour

les travailleurs ou pour les patients. Le médecin radiologue doit faire appel à un personnel spécifiquement diplômé, hautement qualifié pour le seconder.

➤ Le personnel

Tout cliché ou examen scannographique doit être effectué par un technicien supérieur en électroradiologie appelé communément manipulateur radio ou par le médecin lui-même.

Si un acte n'est pas effectué par un de ces professionnels, la pratique est hors la loi. Tout cabinet de radiologie doit s'appuyer sur un ou plusieurs Conseillers en Radioprotection, désignés par l'employeur au titre du Code du Travail et par le responsable de l'activité nucléaire au titre du Code de la Santé Publique. Le ou les CRP



s'assurent de l'application des règles régissant la radioprotection dans le centre d'imagerie médicale.

Dans chaque salle utilisant les rayonnements ionisants, est affiché le règlement à appliquer pour les personnels ainsi que les consignes de sécurité et d'urgence. Le nom du CRP y figure. Ses missions et la périodicité de ces dernières sont imposées par la réglementation.

➤ Le matériel et les locaux

Pour s'assurer que le matériel utilisé est performant dans le temps, et que les locaux sont conformes, une réglementation très complète dicte les obligations du médecin radiologue concernant les contrôles à effectuer dans son cabinet ou son service. Tout examen radiographique ou scannographique doit être effectué avec un matériel contrôlé et en parfait état de marche ; tout est prévu dans la réglementation en termes de contrôles et de vérifications internes (compétences au sein de l'établissement ou constructeur des appareils) et externes (effectués par un organisme agréé suivant une périodicité imposée).

➤ La formation

Une formation poussée en physique et en radioprotection est incluse dans le cursus de formation des médecins radiologues. Il est fait appel à du personnel hautement qualifié. Pour garder des performances optimales, tout le personnel utilisant des rayonnements ionisants doit bénéficier d'une formation continue à la radiopro-



tection des patients dont les modalités et la périodicité sont adaptées aux enjeux. De même, chaque personne exposée professionnellement aux rayonnements ionisants doit suivre au maximum tous les trois ans une formation axée sur sa propre sécurité.

➤ Les patients

Parmi les obligations réglementaires, et afin de renforcer le principe d'optimisation, chaque année, le médecin radiologue doit recueillir des données permettant de déterminer la dose moyenne délivrée pour deux examens et pour 30 patients par examen, en changeant chaque année. Celle-ci sont analysées pour déterminer s'il existe des possibilités locales d'optimisation, puis envoyées obligatoirement à l'ASNR.

Pour un contrôle optimal des doses délivrées aux patients, chaque structure d'imagerie utilisant des rayonnements ionisants doit s'appuyer sur un physicien médical. Celui-ci a suivi un cursus spécifique (DQPRM) d'études supérieures de 6 à 9 ans, il intervient notamment pour optimiser les pratiques et donc les doses délivrées aux patients.

➤ La dose sur le compte rendu d'examen

Sur les comptes-rendus radiologiques (sauf s'ils ne concernent que les membres) et sur les comptes-rendus de scanner figurent obligatoirement des informations dosimétriques. En radiographie, il s'agit du Produit Dose-Surface (ou PDS) en Gray.mètre carré (Gy.m²), ou plus souvent un sous-multiple. En scanner, il s'agit de la dose, qui s'exprime en sous multiples du Gray, ainsi que du Produit Dose-Longueur (ou PDL) qui a pour unité le Gy.cm ou un sous-multiple. PDS et PDL sont directement reliés à la dose efficace, et reflètent

les effets stochastiques sur l'organisme des rayonnements ionisants, en prenant en compte les organes concernés.

→ Conclusion

Les rayonnements ionisants font partie de notre environnement naturel. La réalisation d'actes de radiodiagnostic rajoute une certaine dose de rayonnement, mais nous avons vu que les effets cancérogènes sont particulièrement difficiles à authentifier en raison des doses très faibles auxquelles travaillent les médecins radiologues. Les effets déterministes ne peuvent pas survenir en radiologie où l'on travaille à des niveaux inférieurs aux seuils susceptibles de les faire apparaître, sauf dans certains cas particuliers en radiologie interventionnelle.

Le bénéfice d'un diagnostic correctement posé, permettant une prise en charge adaptée, est évidemment bien supérieur au risque éventuel accepté pour l'obtenir ! Tout est prévu, médicalement, techniquement et réglementairement, pour maîtriser l'exposition des patients aux rayonnements ionisants dans un ensemble de démarches de qualité auxquelles souscrit toute la profession.