

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

DOSSIER DE PRESSE

DIRECTION DE LA COMMUNICATION
Cellule Information et Relations Médias

Contact Presse:

Marie Thersen

☎ 01 58 35 70 33

📠 01 58 35 84 51

✉ marie.thersen@irsn.fr

SOMMAIRE

<i>INTRODUCTION</i>	<i>1</i>
<i>FICHE 1 - L'EXPOSITION MEDICALE AUX RAYONNEMENTS IONISANTS : DIAGNOSTIC DE LA SITUATION</i>	<i>2</i>
<i>FICHE 2 - REGLEMENTATION ET RADIOPROTECTION DES PATIENTS</i>	<i>4</i>
<i>FICHE 3 - L'ACTION DE L'IRSN EN FAVEUR DE LA RADIOPROTECTION DES PATIENTS</i>	<i>6</i>
<i>FICHE 4 - PETITE TYPOLOGIE DES PRATIQUES MEDICALES A BASE DE RAYONNEMENTS IONISANTS</i>	<i>8</i>
<i>FICHE 5 - LES DOSES ET LEURS EFFETS SUR LA SANTE</i>	

En l'espace d'un siècle, la radiologie diagnostique, la médecine nucléaire et la radiothérapie se sont développées de manière considérable au point de devenir des outils incontournables dans toutes les spécialités médicales. Aux pratiques rudimentaires des débuts, se sont substituées des techniques de plus en plus sophistiquées qui permettent de réduire considérablement les doses auxquelles les patients sont exposés.

Pour autant, les expositions aux rayonnements d'origine médicale restent largement en tête des sources de rayonnement artificiel auxquelles sont soumises les populations. Et même si les propriétés inhérentes aux rayonnements ionisants présentent de nombreux avantages, le rapport risque/bénéfice doit toujours être pris en considération.

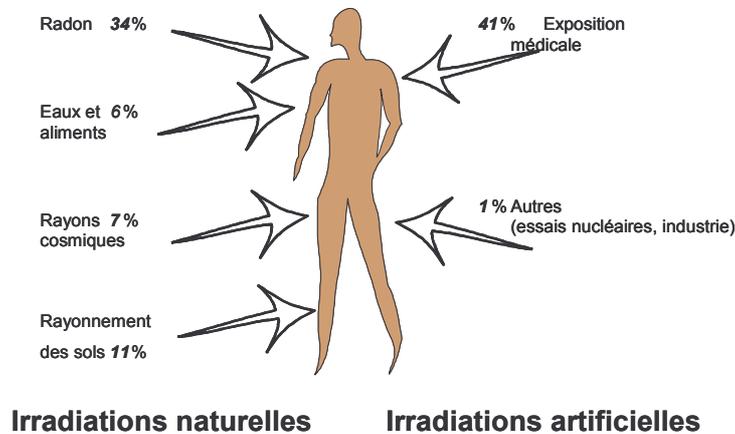
Des marges de progrès existent pour réduire davantage encore les doses délivrées aux patients. Cette ambition n'est pas utopique. Ainsi, les britanniques ont engagé des efforts en ce sens depuis quelques années et ont constaté une diminution de 30 % en moyenne des doses reçues par les patients. Cet exemple a été soigneusement étudié pour que les leçons en soient tirées, aussi bien en matière de procédé de mesure physique des doses qu'en matière de justification des indications des examens, de stratégie diagnostique ou de formation des professionnels. L'utilisation des rayonnements ionisants à des fins médicales exige des compétences médicales, mais aussi une connaissance des risques liés aux rayonnements.

Une meilleure radioprotection passe par un meilleur dialogue entre les médecins praticiens et les patients. C'est tout l'objet du guide de la CIPR "Vos patients et les rayons", édité et distribué par l'IRSN, qui a pour vocation d'aider les médecins praticiens à répondre à leurs interrogations lorsque ceux-ci ont un examen ou un traitement à subir.

UN TIERS DE L'EXPOSITION MOYENNE D'UN FRANÇAIS EST DU AU RADIODIAGNOSTIC

Un français reçoit une exposition moyenne de l'ordre de 2,4 mSv d'irradiation naturelle et d'environ 1 mSv d'irradiation artificielle.

L'exposition médicale aux rayonnements ionisants apporte la contribution la plus élevée aux expositions d'origine artificielle (de l'ordre de 99 %) et représente environ 41 % de l'exposition globale moyenne à laquelle nous sommes soumis.



Chaque français se voit prescrire en moyenne un acte médical par an qui utilise les rayonnements ionisants. Cette moyenne cache de grandes disparités, certaines maladies justifiant un recours intensif aux techniques radiologiques. On comptabilise actuellement entre 61 et 71 millions d'actes. Les tendances générales en matière de consommation d'actes radiologiques conventionnels montrent un accroissement de l'ordre de 5 à 8 % par an.

LES RAYONNEMENTS

Les rayonnements sont des ondes électromagnétiques (gamma ou X) ou des particules (alpha, bêta, neutrons) émis lors de la désintégration de radionucléides ou à partir d'appareils électriques (accélérateurs linéaires ou appareils de radiologie). Les rayonnements sont dits "ionisants" car ils sont énergétiques et arrachent des électrons aux atomes de la matière vivante. Les rayons gamma et X sont de même nature que les rayons ultraviolets et la lumière visible, mais différent par leur longueur d'onde et leur potentiel énergétique, donc par leur pouvoir de pénétration et leur capacité à créer des ionisations.

Actuellement, la radiologie conventionnelle représente, avec le scanner, environ 60% du total de l'imagerie médicale (radiodiagnostic conventionnel : 55 millions, dont plus de 18 millions pour le dentaire ; scanographie : 3,6 millions). Moins d'1 million d'actes sont attribués à la médecine nucléaire et à la radiologie interventionnelle¹.

DIVERSITE DES PRATIQUES

Les évaluations ponctuelles montrent une grande diversité des pratiques : pour un même examen, il existe une grande disparité des doses reçues selon la pratique, la qualité des appareils et la morphologie des patients. Certes, les doses mesurées - elles ne le sont pas actuellement en routine - restent le plus souvent dans des limites qui sont très éloignées de celles qui peuvent provoquer des problèmes de santé mesurables. Mais au nom du principe d'optimisation des doses (cf fiche 2), il est important de réduire dans la mesure du possible les doses délivrées aux patients.

PRESCRIPTION D'ACTES RADIOLOGIQUES : UNE TENDANCE A L'AUGMENTATION

Le recours aux techniques radiologiques est encore trop systématique : les techniques d'investigation non irradiantes (échographie, résonance magnétique, endoscopie digestive...) qui pourraient se substituer aux techniques radiologiques conventionnelles sont insuffisamment utilisées.

La consommation d'actes radiologiques a même tendance à augmenter, de sorte que cette irradiation est elle-même croissante au cours du temps. Les évolutions technologiques, en particulier l'arrivée des récepteurs numériques et des nouvelles générations de scanners multi-coupes peuvent être à l'origine d'un accroissement des doses délivrées aux patients : la facilité et la rapidité d'acquisition des images encouragent la multiplication des expositions. Or, ces installations ne sont encore que rarement équipées de dispositifs de mesure (ou de calcul) de la dose délivrée au cours d'un examen.

Ces observations confortent les initiatives prises en faveur d'une véritable politique nationale et européenne de radioprotection des patients.

¹ Possibilité de faire une intervention de type chirurgical sous le contrôle d'une caméra à rayons X qui guide le praticien (intervention sur les artères coronaires, sur les artères cérébrales...).

La quasi-totalité de l'irradiation artificielle reçue par la population est d'origine médicale. La Commission européenne en a tenu compte en publiant la directive Euratom 97/43, spécifique à la radioprotection des patients et récemment transposée en droit français. L'utilisation médicale des rayonnements ionisants en France s'opère maintenant dans le respect du décret relatif à la protection des personnes exposées à des fins médicales et médico-légales (Décret 2003-270 du 24 mars 2003).

Selon cette nouvelle réglementation :

- Les principes de justification et d'optimisation des actes doivent être appliqués et des outils sont développés pour aider les professionnels de santé.

**JUSTIFICATION ET OPTIMISATION :
LES DEUX GRANDS PRINCIPES DE LA RADIOPROTECTION DES PATIENTS.**

La radioprotection est fondée sur un principe de précaution. L'absence de certitude scientifique quant aux effets secondaires des faibles doses qui sont par exemple délivrées lors d'examens radiologiques, impose une attitude prudente. On admet que toute exposition présente un risque qu'il faut réduire autant que possible. Pour cela, trois principes généraux définis par la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) sont appliqués : la justification des expositions, l'optimisation de la protection et la limitation des doses. La radioprotection médicale repose sur deux d'entre eux :

La justification :

Les nouveaux textes établissent la responsabilité conjointe du médecin "prescripteur" et de celui qui réalise l'acte. L'indication de l'examen, le choix d'un appareil, le nombre de clichés prescrits doivent être justifiés (le bénéfice pour le patient doit être supérieur à celui de toute autre technique non irradiante ou moins irradiante). Ce principe interdit les examens entraînant "inutilement" une exposition, soit parce que l'apport diagnostique est trop faible, soit parce que ces examens peuvent être remplacés par des techniques diagnostiques qui n'utilisent pas les rayonnements ionisants (une échographie au lieu d'une scannographie par exemple).

L'optimisation :

Dès lors qu'une activité est justifiée, il faut maintenir les expositions aussi bas qu'il est raisonnablement possible (principe ALARA, "as low as reasonably achievable") : l'examen doit être pratiqué en délivrant la dose la plus faible possible, tout en assurant la qualité des images (radiodiagnostic) ou le succès du traitement.

Le principe de limitation, qui fixe une dose maximale à ne pas dépasser, ne s'applique pas pour les patients : le bon diagnostic ou la guérison constitue une priorité. Le risque encouru par le patient peut être plus important s'il n'est pas soumis à l'examen ou au traitement prescrit.

- Les notions de **responsabilités professionnelles** sont développées, introduisant notamment le **partage de responsabilité égal** entre le prescripteur et le réalisateur des examens diagnostiques.
- La réglementation insiste sur la **nécessité d'une formation initiale et continue** à la radioprotection, dans toute la chaîne professionnelle.
- Elle introduit l'obligation du **contrôle de qualité**, ainsi que celle de **l'évaluation des doses reçues par le patient**.

LES NIVEAUX DE REFERENCE DIAGNOSTIQUES : UN OUTIL POUR OPTIMISER LES DOSES

Pour faciliter l'évolution des pratiques, l'IRSN participe à l'élaboration des procédures techniques pour chaque examen, effectue les évaluations dosimétriques correspondantes et détermine des niveaux de référence diagnostiques (NRD). Attachés aux examens les plus courants, les niveaux de référence diagnostiques sont des indicateurs pour optimiser les doses délivrées et réduire ainsi l'écart des valeurs maximales par rapport à la moyenne. Les radiologues, les médecins nucléaires, ainsi que les personnels paramédicaux pratiquant des examens irradiants vont devoir à brève échéance se familiariser avec cette notion pour évaluer leur pratique en matière de radioprotection des patients.

Comment détermine-t-on les niveaux de référence ?

Au titre de l'arrêté du 12 février 2004, les personnes en charge de l'utilisation d'un dispositif médical de radiologie doivent procéder ou faire procéder, au moins une fois par an, à une évaluation dosimétrique pour deux examens couramment réalisés dans l'installation. L'IRSN est chargé de recueillir ces données à partir desquelles il établira la mise à jour périodique de NRD.

- Elle fait apparaître de nouvelles exigences de rigueur sur
 - l'exposition des enfants, des femmes enceintes et allaitantes
 - les programmes de dépistage,
 - les actes impliquant des doses élevées,
 - les volontaires participant à des programmes de recherche,
 - les examens pratiqués à des fins médico-légales.
- Enfin, la réglementation demande que chaque Etat membre veille à la mise en place de procédures **d'inspection**.

Devant la demande et les besoins croissants, notamment liés aux évolutions réglementaires, l'IRSN a renforcé ses moyens et son champ d'expertise dans le domaine de la radioprotection médicale en créant une unité dédiée : l'Unité d'expertise en radioprotection médicale (UEM). Cette Unité s'appuie sur les compétences et moyens techniques de l'IRSN en matière de dosimétrie externe, interne et biologique ainsi qu'en épidémiologie. En complément à cette unité d'expertise, l'Institut organise des formations en radioprotection à destination des professions médicales, et publie des ouvrages, notamment des traductions de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR)

Le décret n° 2003-270 du 24 mars 2003 concernant la radioprotection des patients donne à l'IRSN un rôle important dans l'optimisation des pratiques médicales. Pour l'assurer, l'Institut a créé en 2003 une Unité d'expertise en radioprotection médicale (UEM) qui participe à l'élaboration des niveaux de référence diagnostiques de doses et à la construction d'un bilan des expositions des patients. L'UEM est sollicitée par les Autorités et les professionnels de santé pour rendre des avis sur la justification et l'optimisation des pratiques et participer à l'élaboration d'arrêtés ou de guides de prescription des actes et des examens exposant à des rayonnements ionisants. Elle est fréquemment interrogée par des praticiens qui veulent une confirmation des doses reçues par les patients dans le cadre d'un radiodiagnostic. L'Unité est aussi en charge des questions relatives à la radioprotection des travailleurs en milieu médical. Composée de personnes d'expérience, l'UEM intervient dans de nombreuses formations sur la radioprotection.

CINQ OBJECTIFS :

- Mieux connaître les pratiques médicales et les doses associées ;
- Répondre aux exigences des nouveaux textes (par exemple recueil des niveaux de référence diagnostiques) ;
- Contribuer à diminuer les expositions (en assistant les professionnels de santé dans une démarche d'optimisation) ;
- Développer la culture de radioprotection en milieu médical (en participant à des formations et en diffusant des documents) ;
- Rattraper les pays de niveau équivalent (Grande Bretagne) en terme de connaissance des expositions.

DEUX MISSIONS POUR Y REpondre :

- **Expertise et appui technique auprès des organismes nationaux**

L'expertise et l'appui technique auprès des Autorités et organismes nationaux concerne principalement :

- Le Ministère de la santé au travers de la Direction générale de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (DGSNR) avec qui l'IRSN est engagé en particulier dans un plan d'action pour

la surveillance des expositions des patients aux rayonnements ionisants (PASEPRI) et dans la connaissance des niveaux de référence diagnostiques (NRD) ;

- Le Ministère du travail, et plus précisément la Direction des relations du travail (DRT), pour le suivi des travailleurs exposés ;
- L'Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé (AFSSAPS) pour l'établissement des protocoles de contrôle de qualité des dispositifs médicaux utilisant les rayonnements ionisants ;
- L'Institut national de veille sanitaire (InVS) avec lequel l'IRSN collabore pour la mise en place d'un observatoire des pratiques médicales en radiologie. Cette dernière action a permis, dans un premier temps, de mieux connaître la nature et la fréquence des actes de diagnostic et, par la suite, d'apprécier plus précisément la dose associée à ces actes. Actuellement un état des lieux des données disponibles en France a pu être réalisé à partir des statistiques de la CNAM TS et de la Direction de la recherche, des études, des évaluations et de la statistique du Ministère chargé de la santé (DREES).

• Conseil et assistance aux professionnels de santé

Dans le cadre de sa mission de conseil et d'assistance aux professionnels de santé, l'IRSN est impliqué dans :

- L'évaluation dosimétrique lors de l'exposition de femmes enceintes (près de 50 cas étudiés en 2004) ;
- L'optimisation des pratiques afin de définir, en collaboration avec les professionnels, le protocole délivrant la plus faible dose tout en procurant l'information diagnostique attendue ;
- Des études de poste auprès des opérateurs potentiellement les plus exposés.

Par ailleurs le contact avec les professionnels a été facilité par la mise en place d'un numéro de téléphone (01 58 35 92 86) et d'une adresse email (rpped@irsn.fr) venant compléter les moyens de contact de l'IRSN (www.irsn.org et contact@irsn.fr).

Enfin, l'IRSN diffuse un certain nombre de fascicules et plaquettes concernant les rayonnements ionisants et l'exposition médicale.



LES PUBLICATIONS PROFESSIONNELLES DE L'IRSN

LA COLLECTION DES LIVRES SCIENTIFIQUES

La collection de livres scientifiques IRSN rassemble trois sous-collections. La collection "Lignes directrices" est constituée de guides ou de livres de recommandations, tel que le tout nouvel opus : "vos patients et les rayons, un guide pour les médecins praticiens", traduit de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR). L'IRSN remplit ici sa mission de service public en le diffusant gratuitement auprès du corps médical, de même que deux autres ouvrages précédents, également traduits de la CIPR, qui traitent, l'un, de grossesse et d'irradiation médicale (CIPR 84), et l'autre d'exposition accidentelle aux rayonnements (CIPR 86).

Quant aux deux autres sous-collections, "Colloques" rassemble des contributions à des colloques ou congrès organisés ou co-organisés par l'IRSN, et "Sciences et techniques" réunit des sommes de connaissances en radioprotection ou en sûreté nucléaire. Ces derniers livres sont coordonnés et en majorité rédigés par des scientifiques de l'IRSN, avec la participation d'un ou plusieurs auteurs extérieurs. Leur qualité est garantie par un comité de lecture.

"Vos patients et les rayons" un guide pour les médecins praticiens » a été traduit d'un texte de la CIPR. Son objectif est de répondre le plus simplement possible aux questions sur l'utilisation des rayonnements en médecine. Il offre ainsi aux médecins des informations claires et concises qu'ils pourront utiliser lors du nécessaire dialogue avec leurs patients lorsqu'ils expliqueront leurs prescriptions.

LES FASCICULES PROFESSIONNELS

L'IRSN publie également des fascicules de synthèse dédiés aux professionnels de la radioprotection, et notamment « Exposition médicale aux rayonnements » et « Rayonnements ionisants et santé ».

Outils de base désormais incontournables de la médecine contemporaine, les rayonnements ionisants sont à la fois utilisés à des fins de diagnostic et de thérapie.

La radiologie :

Elle délivre une exposition externe. Elle regroupe les techniques de radiologie conventionnelle, de mammographie, de scanographie et de radiologie interventionnelle. Les actes médicaux irradiants délivrent des doses individuelles très variables selon les types d'examens. Le tableau ci-dessous indique les valeurs moyennes correspondant aux examens radiographiques les plus courants. Toutefois, pour un même examen, on constate une très grande disparité des valeurs, pouvant aller d'un facteur 1 à 50 selon la pratique, le matériel et la morphologie des patients.

<i>Examens radiologiques</i>	<i>Dose efficace moyenne (mSv)</i>	<i>Nombre équivalent de clichés thoraciques</i>	<i>Durée équivalente d'exposition naturelle</i>
<i>Membres et articulations</i>	<i>< 0,01</i>	<i>< 0,5</i>	<i>< 1,5 jour</i>
<i>Thorax (1 cliché postéro-antérieur)</i>	<i>0,02</i>	<i>1</i>	<i>3 jours</i>
<i>Crâne</i>	<i>0,07</i>	<i>3,5</i>	<i>11 jours</i>
<i>Rachis dorsal</i>	<i>0,7</i>	<i>35</i>	<i>4 mois</i>
<i>Rachis lombaire</i>	<i>1,3</i>	<i>65</i>	<i>7 mois</i>
<i>Hanche</i>	<i>0,3</i>	<i>15</i>	<i>7 semaines</i>
<i>Bassin</i>	<i>0,7</i>	<i>35</i>	<i>4 mois</i>
<i>Abdomen sans préparation</i>	<i>1,0</i>	<i>50</i>	<i>6 mois</i>
<i>Urographie intraveineuse</i>	<i>2,5</i>	<i>125</i>	<i>14 mois</i>
<i>Transit gastro-duodéal</i>	<i>3</i>	<i>150</i>	<i>16 mois</i>
<i>Lavement baryté</i>	<i>7</i>	<i>350</i>	<i>3,2 ans</i>
<i>Scanographie crânienne</i>	<i>2,3</i>	<i>115</i>	<i>1 an</i>
<i>Scanographie thoracique</i>	<i>8</i>	<i>400</i>	<i>3,6 ans</i>
<i>Scanner abdomino-pelvien</i>	<i>10</i>	<i>500</i>	<i>4,5 ans</i>

Source : © National Radiological Protection Board

La radiothérapie :

La radiothérapie utilise les rayonnements ionisants dans un but curatif. Les pratiques médicales actuelles l'utilisent pour environ la moitié des cas de cancer nouvellement diagnostiqués. Les doses délivrées sont élevées, de l'ordre de plusieurs dizaines de grays. La moitié des gens guéris de leur cancer le doivent en partie ou en totalité à la radiothérapie. Les techniques thérapeutiques sont très complexes et demandent une très grande rigueur en matière de précision d'irradiation. Il convient de rappeler que la radiothérapie du cancer s'accompagne souvent d'effets secondaires. Certains de ces effets sont inévitables et disparaissent souvent spontanément ou avec un traitement. D'autres effets secondaires peuvent survenir en raison de la présence de tissus normaux sensibles à proximité de la zone traitée ou, plus rarement, en raison d'une sensibilité individuelle particulièrement élevée aux rayonnements. Elle peut entraîner l'apparition de cancers secondaires. La radiothérapie peut aussi être un traitement palliatif qui, à défaut de guérir le patient, diminue fortement ses souffrances. Les rayonnements constituent aussi le traitement de choix de quelques maladies bénignes.

LIMITER LES EFFETS SECONDAIRES D'UNE RADIOTHERAPIE

- Les recherches que mène l'IRSN sur la pathologie du tissu sain irradié ont des applications évidentes en radiothérapie. Les objectifs sont d'une part, d'évaluer la radiosensibilité de chaque patient afin d'ajuster le protocole thérapeutique, d'autre part, de préciser les mécanismes d'apparition des effets secondaires afin de proposer de nouvelles stratégies thérapeutiques préventives et/ou curatives.
- La protection radiologique du patient est également renforcée en radiothérapie. Les doses élevées délivrées pour combattre une tumeur entraînent en effet fréquemment des effets secondaires au niveau des tissus sains les plus proches.

L'ENJEU DES BIO-INDICATEURS : ADAPTER LES DOSES A CHAQUE PATIENT

L'IRSN a entrepris un programme d'étude des atteintes digestives radio-induites, notamment de la fibrose. Un des objectifs est d'identifier des indicateurs biologiques qui permettraient d'évaluer, dès les premières irradiations thérapeutiques, la radiosensibilité du système gastro-intestinal de chaque patient et d'ajuster ainsi le protocole de radiothérapie. L'enjeu est important dans la mesure où la radiothérapie n'entraîne pas les mêmes complications chez tous les malades. L'évaluation de la susceptibilité individuelle permettrait de résoudre une des grandes difficultés auxquelles le radiothérapeute se trouve aujourd'hui confronté.

La médecine nucléaire :

Utilisée à des fins diagnostiques, la médecine nucléaire permet à la fois d'étudier la morphologie des organes (exemple : recherche de métastases cérébrales ou osseuses) et leur fonction (métabolisme d'une glande, étude de la fonction myocardique...). Elle consiste en l'injection de traceurs radioactifs à durée de vie courte qui se fixent sur certains tissus. A titre d'exemple, l'iode 131 (période 8 jours) se fixe par exemple uniquement sur les cellules thyroïdiennes, le technétium 99 (période de 6 heures) se fixe sur les os. La médecine nucléaire est aussi utilisée à des fins curatives (exemple : traitement de la thyroïde par l'iode 131).

L'utilisation des radio-isotopes provoque une exposition interne. L'injection dans l'organisme de traceurs radioactifs à des fins diagnostiques délivre des doses comparables à celles de la radiographie. En thérapie, les doses injectées peuvent être localement très élevées, de l'ordre de plusieurs dizaines de grays. Ces niveaux d'activité imposent des précautions particulières. Par exemple, un patient traité par iode radioactif (iode 131) pour un cancer thyroïdien élimine le radionucléide par la salive, la transpiration et surtout les urines. Des précautions d'éloignement et d'hygiène sont nécessaires pendant quelques jours vis-à-vis des enfants de moins de 1 ans et des femmes enceintes. Une information spécifique est fournie à ces patients et à leur entourage dans les services de médecine nucléaire.

Deux catégories d'effets biologiques peuvent être observés chez les personnes irradiées. Ceux-ci sont d'une part, les effets dus en grande partie à la mort cellulaire (effets déterministes) et d'autre part, les mutations qui peuvent entraîner des cancers et des effets héréditaires (effets stochastiques)

LES EFFETS DES RAYONNEMENTS IONISANTS SONT DE DEUX TYPES BIEN DISTINCTS :

- Des **effets aigus ou déterministes** (directs et immédiats) observés pour de fortes doses d'irradiation (**exprimées en Gy**) reçues en un temps bref. Ces effets, dont la gravité augmente avec la dose, apparaissent à partir d'un seuil variable selon l'individu et l'organe affecté. Par exemple, le seuil d'apparition de l'hypoplasie médullaire (moelle osseuse) est de l'ordre de 0,15 Gy.
- Des **effets différés et aléatoires** (on dit aussi "stochastiques") tels que les cancers dont l'augmentation de la fréquence au sein d'une population exposée dépend de la dose reçue. Par analogie, parmi toutes les personnes qui s'exposent régulièrement aux ultraviolets du soleil, statistiquement, quelques-unes développeront plus tard un cancer de la peau. Pour quantifier le risque d'apparition de tels effets, l'exposition est exprimée sous la forme d'une dose équivalente ou d'une dose efficace², dont l'unité est dans les deux cas le **Sievert (Sv)** ou son sous-multiple, le millisievert (mSv).



² Pour calculer la dose équivalente ou la dose efficace, la dose est multipliée par des coefficients qui rendent compte de la nocivité du rayonnement (par exemple, les rayonnements alpha sont considérés comme vingt fois plus nocifs que les rayonnements gamma) et du risque d'effet aléatoire pour chacun des organes irradiés.

La dose au-delà de laquelle un excès significatif de cancers solides (tous types confondus) a pu être mis en évidence à ce jour est de l'ordre de 0,1 sievert (100 mSv) ; cette valeur de 100 mSv ne doit pas être considérée comme un seuil en dessous duquel tout risque dû aux rayonnements ionisants pourrait être écarté.

De la même façon, on considère que le risque d'apparition des effets différés dépend du cumul des doses reçues tout au long de la vie de chaque individu. Exemple : un patient qui passe une radiologie du bassin reçoit une dose de 0,7 mSv, c'est-à-dire qu'il ajoute à son "compteur personnel" un supplément de dose équivalent à quatre mois d'irradiation naturelle.

Doses	Type d'exposition
0,001 mSv	Exposition annuelle en France, liée à l'industrie nucléaire
0,02 mSv	Radiographie du thorax (un cliché postéro-antérieur)
0,034 mSv	Dose de rayonnements cosmiques reçue lors d'un vol en subsonique Paris/Dallas ³
0,04 à 0,4 mSv	Expositions liées à l'accident de Tchernobyl, en France, en 1986, suivant les régions
0,5 mSv	Surcroît d'exposition dû à un séjour de trois mois dans une région granitique (Limousin, Bretagne, etc.) ou de six mois à 1500 m d'altitude
1 à 1,6 mSv	Irradiation médicale moyenne annuelle en France
1,3 mSv	Irradiation naturelle moyenne annuelle en France, liée au radon
2,4 mSv	Irradiation naturelle moyenne annuelle en France
10 mSv	Scanner abdomino-pelvien
50 mSv	Dose moyenne reçue en 1986 par un habitant vivant à 30 km de Tchernobyl
100 mSv	Dose moyenne reçue en quelques mois par un "liquidateur" de Tchernobyl"
Jusqu'à 10 Gy	Irradiations aiguës subies en quelques heures par les premiers intervenants après l'accident de Tchernobyl.

³ Sur le site Internet www.sievert-system.org , il est possible d'évaluer la dose de rayonnements cosmiques reçue lors d'un déplacement en avion