

La Lettre de la CIPR n° 14

Mai 2007

Lors de sa réunion à Essen (Allemagne) en mars 2007, la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) a approuvé à l'unanimité la version finale de son projet de nouvelles recommandations générales sur la protection de

l'homme et de l'environnement contre les rayonnements ionisants. Ces recommandations générales vont remplacer les précédentes publiées en 1991, soit il y a plus de 15 ans (Publication N°60).

Un processus ouvert

Cette décision marque la dernière étape d'un processus amorcé 9 ans plus tôt. Pour la première fois, la CIPR a ouvert un dialogue avec les professionnels de la radioprotection. Ce processus a été jalonné par de multiples réunions, colloques et conférences organisés par divers organismes nationaux et internationaux

concernés. Il convient en particulier de souligner le rôle joué dans ce dialogue par l'AEN et la Commission européenne. En outre, par deux fois, le projet a donné lieu à une large consultation via internet. Au total, plus de 700 pages de commentaires ont été reçues.

Les raisons d'un changement

Elles sont de trois ordres : intégrer les évolutions scientifiques, tenir compte du retour d'expérience sur l'application du système actuel et répondre aux attentes de la société en matière de protection de l'environnement.

La CIPR a procédé à une revue approfondie des connaissances scientifiques acquises depuis une quinzaine d'années. Les principales conséquences qu'elle en a tirées pour la gestion du risque radiologique sont les suivantes :

(1) l'hypothèse de la relation dose-effet linéaire sans seuil a été confortée ; (2) le coefficient de risque global pour les effets stochastiques (cancers et effets héréditaires) d'environ 5% par Sievert continue d'être approprié ; enfin (3) le facteur d'efficacité de dose et de débit de dose (FEDDD) a été maintenu à la valeur de 2. Le FEDDD permet de passer du coefficient de risque évalué à partir des groupes de populations étudiés (exposés en général à de fortes doses et forts débits de dose) à celui utilisé pour les personnes communément exposées (à de faibles doses et faibles débits de dose).

Le retour d'expérience sur l'application du système de radioprotection issu de la CIPR 60 a montré que celui-ci a bien fonctionné dans le domaine classique des pratiques où les sources sont maîtrisées dès le départ mais s'est avéré plus difficile à appliquer dans certaines situations relevant de l'intervention, que ce soit en cas d'urgence radiologique ou dans les situations d'exposition chronique (exposition aux sources naturelles, gestion des territoires contaminés...).

Depuis la parution de la CIPR 60, l'évolution de la société a été marquée par la nécessité d'un développement durable et en corollaire une exigence accrue de qualité de l'environnement. Dans ce contexte, l'assertion selon laquelle la protection de l'environnement était assurée à travers celle de l'espèce humaine a été réexaminée et s'est avérée non démontrée. La CIPR a créé un comité spécifique pour jeter les bases d'un système de protection radiologique des espèces non humaines (faune et flore). La révision des recommandations de la CIPR était l'occasion d'intégrer les prémices de cette réflexion, avec des dispositions d'ampleur encore modeste.

La principale nouveauté

La principale nouveauté est la fin d'un **système de protection à deux vitesses** qui stipulait dans un cas (celui des pratiques, par exemple l'exploitation de sources industrielles) la fixation d'une valeur de dose plafond puis la réduction des expositions aussi bas que raisonnablement possible, et dans l'autre (celui des interventions, par exemple les sites ou territoires contaminés) la fixation d'une valeur plancher – qui était parfois

d'un niveau élevé – et l'obligation d'agir **uniquement** lorsque celle-ci était dépassée. Désormais, c'est la première approche qui s'applique quel que soit le type de situation d'exposition (situation planifiée, d'urgence ou existante), avec des valeurs de référence choisies en fonction des caractéristiques de la situation et l'enclenchement d'un processus de réduction des doses individuelles jusqu'à un niveau optimisé.

Ces valeurs de référence s'appliquent à l'exposition d'un individu à une **source donnée**. Elles sont appelées « contrainte de dose » dans les situations planifiées et « niveau de référence » dans les autres situations. Il s'agit en fait du même concept. Pour guider les décideurs nationaux dans le choix de valeurs appropriées, la CIPR a établi une échelle de dose (Tableau 1) traduisant le fait que dans un continuum de risque (linéarité sans seuil) le risque que chacun est prêt à accepter dépend du contexte de l'exposition. Cette échelle est découpée en trois bandes selon que l'action est plus ou moins nécessaire, en fonction des caractéristiques de la situation d'exposition (maîtrise plus ou moins aisée de la source, bénéfice individuel ou sociétal de la situation, exigences en termes d'information, formation et suivi dosimétrique ou médical). Les valeurs numériques encadrant ces bandes existaient dans les précédentes recommandations : < 1 mSv/an ; 1-20 mSv/an et 20-100 mSv/an.

Ainsi, le principe d'optimisation apparaît au cœur du nouveau système comme le principe directeur pour maintenir les doses des personnes

exposées aussi bas qu'il est raisonnablement possible quelle que soit la situation d'exposition. Les deux autres principes sont conservés, avec des « bémols » :

- la justification, applicable aux décisions conduisant à une modification des expositions résultant d'une source donnée, tout en reconnaissant que la radioprotection n'est qu'un élément entrant en ligne de compte ;

- les limites de dose individuelles, applicables à l'exposition résultant de l'**ensemble des sources** auxquelles l'individu est exposé même s'il est souvent difficile de les identifier toutes. Les limites ne s'appliquent que dans les situations d'exposition planifiées qui sont les seules pour lesquelles il est possible de maîtriser à l'avance l'amplitude des expositions individuelles. Les valeurs de la CIPR 60 sont inchangées.

Les catégories d'exposition (au travail, du public et médicales) sont également conservées, avec en particulier des valeurs numériques différentes et une comptabilisation séparées des doses même lorsqu'une personne est à la fois travailleur, membre du public et patient.

Conséquences pratiques sur la gestion des situations d'urgence et existantes

L'objectif de la CIPR était de simplifier le système sans le bouleverser afin de tenir compte de la demande de stabilité exprimée par les professionnels, en particulier les autorités réglementaires. Cependant, les nouvelles recommandations vont se traduire par des inflexions dans la gestion des situations d'exposition d'urgence et existantes.

Ces changements portent essentiellement sur les valeurs de référence et leur utilisation.

Jusqu'à présent, la gestion des situations d'urgence impliquait la mise en œuvre de mesures de protection individuelles (absorption de pastilles d'iodes, mise à l'abri, évacuation, relogement) dont le déclenchement était décidé en fonction de niveaux d'intervention associés à chacune d'elles, sans réellement s'intéresser à la dose individuelle résultante (dose résiduelle). Désormais, la CIPR préconise un critère exprimé en dose résiduelle et recommande la valeur maximale de 100 mSv quelles que soient les circonstances sauf pour sauver des vies humaines. Afin de respecter ce niveau d'ambition, une stratégie combinant l'ensemble des mesures de protection doit être définie.

Dans les situations existantes (expositions naturelles ou post-accidentelles), la pratique actuelle consiste à mettre en œuvre des actions

de protection seulement lorsque des niveaux d'action sont dépassés. En outre, partant de l'idée que ces situations sont plus difficiles à maîtriser, les valeurs recommandées sont relativement élevées (action presque toujours justifiée au-dessus de 100 mSv/an, presque jamais justifiée au-dessous de 10 mSv/an et justifiée au cas par cas entre ces deux valeurs). L'expérience a montré qu'il était possible – et souhaitable pour des raisons d'équité et d'éthique – de faire mieux. La CIPR recommande désormais la mise en œuvre de stratégies progressives visant à retrouver à terme des niveaux d'exposition comparables à ceux des situations normales (de l'ordre de 1 mSv/an) même si c'est au prix d'une vigilance à long terme, y compris de la part des individus exposés.

Les nouvelles recommandations restent cependant générales. La CIPR a créé deux groupes de travail chargés de progresser sur l'application du nouveau système dans les situations d'exposition d'urgences et existantes. Les rapports correspondants sont prévus pour 2009. En attendant, ces évolutions seront probablement reprises par les autres organisations internationales qui ont entrepris de réviser leurs propres normes de base en radioprotection (AIEA et Euratom).

Contraintes et niveaux de référence (dose effective projetée ¹ , en mSv)	Caractéristiques de la situation d'exposition	Exigences à respecter	Exemples
20 à 100 ²	Situations où des Individus sont exposés à des sources non contrôlables. Actions pour réduire les doses fortement contraignantes. Les expositions sont généralement contrôlées par des actions sur les voies d'exposition et non sur la source elle-même.	S'efforcer de réduire les doses, particulièrement si elles sont proches de 100 mSv. Obligation d'informer les individus sur les risques et sur les actions pour réduire les doses. Obligation d'évaluer les doses individuelles.	Niveau de référence fixé pour la dose (projetée ou résiduelle) en cas d'urgence radiologique.
1 à 20	Les individus exposés reçoivent généralement un bénéfice de la situation d'exposition mais pas nécessairement de l'exposition elle-même. Les expositions peuvent être contrôlées à la source ou par une action sur les voies d'exposition.	Si possible, une information générale doit être disponible pour permettre aux individus de réduire leurs doses. Obligation, pour les situations planifiées, d'une surveillance individuelle et d'une formation.	Contraintes pour l'exposition des travailleurs dans les situations planifiées. Contraintes pour les accompagnateurs de patients traités par des produits pharmaceutiques radioactifs. Niveau de référence pour le radon dans les habitations.
moins de 1	Les individus exposés à une source ne reçoivent pas, ou peu, de bénéfice de la situation d'exposition, qui en revanche apporte un bénéfice à la société en général. Les expositions sont généralement contrôlées par des actions menées directement au niveau de la source, pour laquelle des mesures de protection peuvent être planifiées à l'avance.	Une information générale sur le niveau d'exposition doit être disponible. Des vérifications périodiques doivent être faites sur les voies et les niveaux d'exposition.	Contraintes pour le public dans les situations planifiées.

¹ Dose aiguë ou annuelle.

² Dans des situations exceptionnelles, des travailleurs volontaires informés peuvent recevoir des doses supérieures au maximum indiqué pour sauver des vies, prévenir des effets radio-induits graves ou prévenir le développement de conditions pouvant conduire à une catastrophe.

Tableau 1. Echelle des contraintes et des niveaux de référence vis-à-vis d'une source dominante. Exemples de valeurs utilisées pour la protection des travailleurs et des membres du public s'appliquant dans toutes les situations d'exposition qui peuvent être contrôlées.

ANNEXE à La Lettre de la CIPR n°14

BASES SCIENTIFIQUES DES RECOMMANDATIONS 2007 CONSÉQUENCES PRATIQUES

Les recommandations 2007 de la CIPR reposent sur un socle de connaissances scientifiques, mises à jour sur la base d'études réalisées durant les quinze dernières années et répertoriées dans trois documents complémentaires des recommandations, eux aussi soumis à la critique des organisations nationales et internationales :

- *Extrapolation aux faibles doses du risque de cancer radio-induit* (Publication CIPR 99, 2006),

- *Informations biologiques et épidémiologiques sur les risques sur la santé attribuables aux rayonnements ionisants : un avis résumé à l'usage de la protection radiologique des êtres humains* (Annexe A des Recommandations 2007),
- *Base des grandeurs dosimétriques utilisées en radioprotection* (Annexe B).

La CIPR en a tiré les conséquences suivantes pour la gestion du risque radiologique.

RISQUE DE CANCER RADIO-INDUIT

La forme de la relation dose-effet. La puissance statistique des études épidémiologiques augmente avec la durée de suivi des populations exposées. Le nombre accru des cancers observés contribue donc à la compréhension et à la précision des relations dose-effet qui en découlent. Les données issues du suivi des survivants japonais d'Hiroshima et de Nagasaki, qui représentent la plus grande population étudiée attentivement de façon prolongée et assortie d'une évaluation réaliste des doses individuelles, sont compatibles, dans une large gamme de doses, avec une relation linéaire ou linéaire-quadratique. Les résultats de nombreuses autres études sont elles aussi compatibles avec une relation linéaire. L'UNSCEAR¹ conclut, de même que les Académies Nationales des Etats Unis² et le Conseil National de Radioprotection des Etats Unis³, que l'extrapolation linéaire du risque estimé pour des doses aiguës d'environ 1 Sv peut être utilisée pour estimer le risque aux faibles doses. Sur cette base de résultats, la CIPR estime que pour les faibles doses, c'est-à-dire dans la gamme des doses inférieures à 100 mSv, il est *scientifiquement raisonnable* de supposer que l'augmentation des cancers est directement proportionnelle à l'augmentation de la dose (relation linéaire).

La question du seuil. Bien que la dose minimale requise pour apprécier un excès de risque ait tendance à s'abaisser quand le pouvoir statistique augmente, l'UNSCEAR pense que la seule épidémiologie est incapable de démontrer l'existence ou non d'un seuil de dose au-dessous

duquel les rayonnements n'induiraient pas de cancers ; en revanche, l'UNSCEAR ajoute que l'incapacité des études épidémiologiques à détecter un accroissement du risque aux très faibles doses n'implique pas que le risque de cancer n'existe pas à ces niveaux de dose. Faisant siennes ces conclusions, la CIPR considère que son système de protection peut continuer d'être basé sur une relation linéaire sans seuil.

La réduction d'efficacité des rayonnements aux faibles doses et faibles débits de dose. Il n'a pas été possible d'affiner, sur la seule base d'études épidémiologiques, la valeur du facteur d'efficacité de dose et de débit de dose (FEDDD), fixé à 2 par la CIPR en 1990. La comparaison, par les Académies Nationales des Etats Unis², d'expositions expérimentales et de la combinaison de données épidémiologiques, animales et cellulaires, a abouti à des valeurs situées entre 1,1 et 2,3, avec une valeur recommandée de 1,5. Toutefois, une valeur de 2 est compatible avec les données de base et le rapport américain reconnaît que le choix est entaché d'incertitudes de natures subjective et probabiliste. Le rapport ajoute que la valeur du FEDDD se situe entre 2 et 4 pour l'induction de mutations géniques ou chromosomiques, et entre 2 et 3 pour l'induction de cancers et pour le raccourcissement de la durée de vie chez les animaux. En conséquence, la CIPR conserve un FEDDD égal à 2 pour les cancers d'organes solides (pour la leucémie une relation du type linéaire-quadratique est plus vraisemblable). Elle reconnaît cependant que des valeurs différentes peuvent exister pour des organes et tissus particuliers.

La quantification du risque de cancer. Depuis 1990 des informations nouvelles se sont accumulées, notamment sur le risque pour des organes particuliers. Elles proviennent pour la

¹ UNSCEAR : Comité des Nations Unies pour l'Etude des Effets des Rayonnements ionisants. Rapports 2000 et 2006.

² NAS/NRC, Conseil National de Recherche des Académies Nationales. Rapport BEIR VII, phase 2, 2005.

³ NCRP, Rapport n° 36, 2001.

plupart de l'étude des survivants japonais d'Hiroshima et de Nagasaki, dont la durée du suivi est de 47 ans pour la mortalité par cancer et de 41 ans pour l'incidence des cancers. De plus, le diagnostic de cancer étant de meilleure qualité que par le passé, il est maintenant possible d'attribuer plus d'importance aux données sur l'incidence. Les résultats de cette étude sont, pour certains cancers et certains sites de cancers, raisonnablement compatibles avec ceux issus d'études épidémiologiques sur des patients et sur des travailleurs ainsi que d'études de nature écologique. Cependant la plupart des ces

dernières études pèchent en raison de données insuffisantes sur les doses et sur les tumeurs attribuables aux rayonnements. Le mode de calcul actuel de la CIPR, moyenné sur les deux sexes, implique l'estimation des risques nominaux de cancer pour différents organes et tissus, ajustés en fonction du FEDDD, de la létalité et de la qualité de vie. Sur ces bases, la CIPR propose un coefficient de risque égal à $5,5 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ pour l'ensemble de la population et $4,1 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ pour les adultes, soit un niveau de risque du même ordre de grandeur que celui recommandé en 1990.

RISQUE DE MALADIE HÉRÉDITAIRE RADIO-INDUITE

Comme les cancers radio-induits, les maladies héréditaires radio-induites n'ont aucun caractère spécifique, apparaissent tardivement et elles ne se distinguent en rien des maladies génétiques courantes. Bien que dans l'espèce humaine il n'y ait aucune preuve de l'existence d'effets héréditaires radio-induits, la CIPR juge qu'il existe suffisamment de preuves expérimentales concordantes sur l'existence de mutations dans les cellules germinales animales pour qu'il soit nécessaire de continuer à inclure le risque d'effets héréditaires dans son système de protection. Depuis 1990, il existe de nouvelles données sur l'aspect quantitatif des mutations génétiques qui s'expriment dans les générations successives, ainsi que sur la connaissance fondamentale des maladies génétiques en général et sur celles induites par les rayonnements en particulier. L'UNSCEAR remarque que les résultats du suivi des survivants d'Hiroshima et de Nagasaki et

d'études sur la souris démontrent une surestimation du risque dans le passé. La CIPR, adopte maintenant la même approche pour estimer le risque que l'UNSCEAR et les Académies Nationales des Etats Unis, en comparant le taux de mutations spontanées dans les gènes humains et le taux de mutations radio-induites dans les gènes de la souris, alors qu'auparavant l'estimation s'appuyait uniquement sur la souris. La CIPR considère aussi que son ancienne expression du risque génétique, qui résultait d'un équilibre théorique entre mutation et sélection, n'est plus valide. Son évaluation concerne dorénavant le risque de maladies héréditaires jusqu'à la deuxième génération, qu'elle estime à $0,2 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ pour l'ensemble de la population. Cette valeur correspond à des expositions prolongées à faible débit de dose sur deux générations (exposition des grands-parents et des parents et effets observés chez les enfants et petits-enfants).

RISQUE GLOBAL DU DÉTRIMENT PAR CANCERS ET EFFETS HEREDITAIRES RADIO-INDUITS

Le Tableau 1 présente une comparaison des valeurs des risques d'effets stochastiques

retenues par la CIPR 2007 comparativement à celles recommandées en 1990.

population exposée	cancers		Effets héréditaires		total	
	2007	1990	2007	1990	2007	1990
globale	5,5	6,0	0,2	1,3	5,7 ≈ 6,0	7,3
adulte	4,1	4,8	0,1	0,8	4,2 ≈ 4,0	5,6

Tableau 1. Comparaison des valeurs 1990 (Publication CIPR 60) et 2007 des coefficients de risque nominal pour les effets stochastiques, exprimées en % par Sv.

La comparaison n'est pas directement possible, car (1) le taux nominal pour les cancers correspondait en 1990 au risque de cancer mortel pondéré par des paramètres différents de ceux considérés en 2007 (risque de cancer non mortel, durée de vie perdue à cause des cancers mortels et altérations de la santé dues aux cancers non mortels) et (2) le calcul des

maladies héréditaires repose sur un autre mode de calcul. Les valeurs 1990 et 2007 ne diffèrent guère pour les cancers alors qu'il existe un facteur de réduction de 6 à 8 pour les effets héréditaires. La CIPR recommande une valeur approchée pour le détriment global de 5 % par Sv, pour son usage dans l'établissement des normes internationales de radioprotection.

RISQUE D'EFFETS RADIO-INDUITS CHEZ L'EMBRYON ET LE FŒTUS

La mortalité pendant la phase de pré-implantation peut être négligée dans des conditions habituelles, car elle est improbable pour des doses inférieures à 100 mGy.

Les malformations sont difficiles à apprécier qualitativement et quantitativement. La CIPR, sur la base d'un seuil réel aux environs de 100 mSv, considère que son système peut, dans les conditions habituelles, ne pas tenir compte de ce risque.

Les retards mentaux graves peuvent apparaître entre la 8^e et la 15^e semaine de la gestation, avec un seuil situé au-dessus de 300 mGy ; la

diminution du QI de 25 points par Sv est difficile à interpréter et le rapport à la dose est très incertain. Même en l'absence de seuil, mais en considérant le peu d'importance de la diminution du QI pour des doses inférieures à 100 mSv, la CIPR considère que cet effet n'est pas à considérer aux niveaux des doses habituellement rencontrées.

Le risque de cancer suite à des expositions *in utero* est du même ordre de grandeur que celui de l'exposition de très jeunes enfants ; il est au maximum égal à plusieurs fois celui de la population dans son ensemble.

SUSCEPTIBILITÉ GÉNÉTIQUE AU CANCER

Depuis 1990, la connaissance sur la susceptibilité génétique au cancer a énormément progressé. Sur ces nouvelles bases, résumées dans sa Publication 79 de 1999, des rapports de l'UNSCEAR de 2000 et 2001 et des Académies Nationales des Etats-Unis de 2005, la CIPR estime qu'une expression fortement pénétrante de gènes du cancer constitue un événement trop rare pour justifier une modification significative des estimations du risque aux faibles doses tel

qu'estimé sur la base des observations de populations. En revanche, chez certains individus les implications peuvent être graves, par exemple chez des patients porteurs de gènes spécifiques et irradiés pour un cancer, qui présenteraient alors une disposition accrue de développer un deuxième cancer. C'est le seul cas où la susceptibilité génétique nécessite d'être considérée.

MALADIES RADIO-INDUITES AUTRES QUE LES CANCERS

Des maladies radio-induites autres que des cancers sont identifiées et étudiées depuis 1990. Le risque de maladies cardiovasculaires, d'affections digestives et respiratoires est notablement accru chez les survivants japonais d'Hiroshima et de Nagasaki par des doses de l'ordre de 1 Sv. Il subsiste des incertitudes sur les formes possibles des relations dose-effet et la question de l'existence d'un seuil aux environs de

500 mSv demeure ouverte. Les mêmes observations existent chez des groupes de malades irradiés au niveau du thorax. Bien que reconnaissant l'importance potentielle de tels effets, la CIPR conclut que les données actuelles sont encore trop imprécises pour entrer dans l'estimation du détriment radiologique résultant de doses inférieures à environ 100 mSv.

AUTRES TYPES D'EFFETS

D'autres effets sont encore plus difficiles à interpréter et à quantifier. C'est le cas de l'instabilité génomique⁴, de l'effet de proximité⁵ et de la réponse adaptative⁶.

La CIPR estime que ces effets peuvent être négligés du point de vue de la protection, soit parce que l'effet est déjà implicitement pris en compte dans l'estimation du risque provenant d'études épidémiologiques, soit parce qu'il n'existe pas de preuves tangibles d'un effet néfaste.

⁴ Instabilité génomique : augmentation, suite à l'exposition aux rayonnements, des modifications du génome, qui peut constituer la première étape critique du développement d'un cancer.

⁵ Effet de proximité (*Bystander effect*) : capacité de cellules affectées par un agent externe de transmettre des informations à d'autres cellules qui ne sont pas des cibles directes de l'agent mais pourront exprimer un dommage.

⁶ Réponse adaptative : stimulation des processus de réparation cellulaire par des petites doses de rayonnements, dont il est difficile de dire si elle a des effets bénéfiques ou maléfiques.

UTILISATION DES GRANDEURS DOSIMÉTRIQUES

La *dose absorbée*, qui exprime la quantité d'énergie déposée par les rayonnements, demeure le paramètre physique de base qui permet de déterminer les dommages biologiques résultants. Elle seule peut être utilisée pour estimer les effets tissulaires (de nature déterministe) causés par de fortes doses. La *dose équivalente* et la *dose efficace* conservent les mêmes définitions et usages que par le passé, mais leurs valeurs subissent des modifications, en rapport avec des changements de valeur des facteurs de pondération w_T et w_R . La dose efficace sert à évaluer les expositions et à contrôler le risque d'effets stochastiques aux faibles doses habituellement rencontrées dans la vie de tous les jours. Elle constitue l'instrument qui sert à démontrer le respect des limites des travailleurs et du public, en tenant compte des

expositions internes et externes. Dans le cas des expositions professionnelles, les résultats issus des dosimètres sont exprimés en termes de dose équivalente, avec l'hypothèse implicite que l'exposition de l'organisme est homogène. La *dose collective* est conçue comme un outil d'optimisation de la protection, qui permet de comparer entre elles des techniques et des méthodes de protection. L'utilisation de la dose efficace collective n'est pas appropriée pour l'évaluation du risque dans le cadre d'études épidémiologiques. En outre, les doses ne peuvent être agrégées que si elles se situent dans des gammes homogènes de niveaux et de débits et si elles concernent des personnes contemporaines qui vivent dans des environnements comparables.

FACTEURS DE PONDÉRATION

Facteurs de pondération pour les rayonnements (w_R)

Leur réévaluation par l'UNSCEAR a abouti à une simplification, reprise par la CIPR :

- $w_R = 1$: photons, électrons, muons ;
- $w_R = 2$: protons, pions chargés ;
- $w_R = 20$: particules alpha, fragments de fission, noyaux lourds ;
- $w_R =$ fonction continue de l'énergie pour les neutrons.

Par rapport à la Publication 60 de 1990, les valeurs pour les protons et les neutrons sont modifiées. Une valeur unique de 2 est recommandée pour les protons (au lieu de 5) et une relation continue en fonction de l'énergie est indiquée pour les neutrons (à la place de valeurs prédéterminées, en échelle en fonction de l'énergie).

Facteurs de pondération pour les tissus (w_T)

En raison de nouvelles données épidémiologiques, le risque de cancer radio-induit a été quantifié pour huit organes et tissus supplémentaires. Pour tenir compte des incertitudes et simplifier les calculs, la CIPR regroupe maintenant les w_T en quatre familles :

- $w_T = 0,12$: moelle osseuse, colon, poumon, estomac, sein et autres tissus (glandes surrénales, région extra-thoracique, vésicule biliaire, cœur, reins, ganglions lymphatiques, muscle, muqueuse orale, pancréas, prostate, intestin grêle, rate, thymus, col et corps de l'utérus) pour lesquels le w_T s'applique à la moyenne arithmétique de ces quatorze autres tissus. (total = 0,72) ;

- $w_T = 0,08$: gonades ;
- $w_T = 0,04$: vessie, œsophage, foie et thyroïde (total = 0,16) ;
- $w_T = 0,01$: surface de l'os, cerveau, glandes salivaires et peau (total = 0,04).

Par rapport à la Publication 60 de 1990, le risque relatif pour le sein a été augmenté (passant de 0,05 à 0,12) alors que celui pour les gonades a été diminué (passant de 0,20 à 0,08). Les autres facteurs de pondération préexistants sont très peu modifiés (passant de 0,05 à 0,04 pour la vessie, le foie, l'œsophage et la thyroïde) ou pas modifiés du tout. Par définition, la somme des valeurs des w_T est égale à 1.