

notes

Déclaration de la Commission internationale de protection radiologique

publiée à l'issue de sa réunion annuelle (1983)

La Commission internationale de protection radiologique s'est réunie à Washington au mois d'octobre 1983. Au cours de cette rencontre, la Commission a reconnu la nécessité d'approfondir les points suivants.

1. LIMITES ANNUELLES D'INCORPORATION (LAI) ET CONCENTRATIONS DERIVÉES DANS L'AIR (CDA) POUR LES MEMBRES DU PUBLIC

Introduction

L'exposition aux matières radioactives doit être maintenue à des valeurs inférieures aux limites d'équivalent de dose qui sont recommandées dans la publication CIPR 26 [4] afin de maintenir les effets stochastiques à un niveau acceptable et de rendre impossible l'apparition d'effets non-stochastiques dans les organes et les tissus de l'organisme humain. A partir des limites d'équivalent de dose engagé au niveau des organes ou tissus humains, on détermine une limite annuelle d'incorporation (LAI) pour un radionucléide donné, ou une concentration dérivée dans l'air (CDA) en cas d'immersion dans une atmosphère contaminée par un gaz radioactif chimiquement inerte. Les valeurs des LAI et des CDA recommandées dans la publication 30 de la CIPR [5] ont été établies pour les travailleurs et à partir d'un "homme de référence" ; les paramètres qui devraient être différents pour s'appliquer aux membres du public sont, comme on va le voir, nombreux et variés.

Limites d'équivalent de dose

En ce qui concerne les effets stochastiques pour les membres du public, la Commission recommande que l'équivalent de dose effectif engagé résultant de l'exposition à des matières radioactives au cours d'une année soit limité à 5 mSv, et elle ajoute que pour des expositions répétées sur de longues périodes, il serait prudent de réduire cet équivalent de dose effectif engagé à 1 mSv pour chaque année d'exposition sur la durée de la vie.

Pour un sujet exposé pendant toute la durée de sa vie, l'équivalent de dose effectif engagé va dépendre, pour une part, du fait que la relation entre les incorporations annuelles et l'équivalent de dose engagée est

fonction de l'âge, pour une autre part, de ce qu'il en est de même pour les paramètres qui conditionnent l'incorporation annuelle. En pratique, l'exposition des membres du public sera limitée par l'application de contraintes relatives à l'environnement dont le but est d'assurer une limitation convenable des doses pour la classe d'âge pour laquelle l'équivalent de dose effectif engagé sera le plus élevé. Pour la plupart des radionucléides, la limitation de l'équivalent de dose effectif engagé annuel à 5 mSv pour cette classe d'âge conduira à une exposition moyenne sur la vie qui sera inférieure à 5 mSv par an, mais pas nécessairement inférieure à 1 mSv. Le rapport entre la dose moyenne annuelle sur la vie et la limite de 5 mSv par an dépendra de la nature du radionucléide et aussi de facteurs relatifs à l'environnement et au mode de vie des individus.

Les variations qui en résultent sont trop importantes pour que la Commission puisse recommander pour les divers paramètres des valeurs moyennes ou des valeurs de référence comme elle l'a fait pour les travailleurs. Chaque situation devra donc être traitée séparément. La Commission peut, cependant, donner des indications sur les modèles métaboliques et dosimétriques permettant d'établir une relation qui soit fonction de l'âge entre l'incorporation annuelle et l'équivalent de dose effectif engagé qui en résulte.

L'utilisation de la notion d'équivalent de dose effectif engagé appelle deux remarques. Dans sa publication CIPR 30 [5], la Commission fait intervenir un temps d'intégration de 50 ans dans le calcul de l'équivalent de dose engagé au niveau des organes lorsqu'il s'agit des travailleurs. La Commission estime qu'il est raisonnable d'utiliser ce même temps d'intégration dans le cas de l'exposition des membres du public, car dans ce cas le facteur de correction ne dépasserait pas 70/50. Exceptionnellement, on pourrait appliquer une méthode plus complexe mais plus rigoureuse, qui consisterait à intégrer depuis l'âge de l'incorporation jusqu'à un âge limite que l'on peut fixer à 70 ans.

La seconde remarque concerne les effets non-stochastiques. De nombreuses valeurs LAI pour les travailleurs sont limitées par la nécessité de restreindre la dose accumulée au niveau de chacun des organes à une valeur suffisamment faible pour éviter des effets non-stochastiques significatifs. Dans ces cas là, une limite d'incorporation déterminée uniquement à partir de l'équivalent de dose effectif engagé ne conviendrait pas à ces situations. Pour les membres du public, l'équivalent de dose effectif annuel moyenné sur toute la durée de la vie ne devra pas dépasser 1 mSv, ce qui donne un équivalent de dose effectif maximal pour toute la durée de la vie inférieur à 70 mSv environ. Parmi les facteurs de pondération relatifs aux différents organes que l'on utilise dans le calcul de l'équivalent de dose effectif, le plus faible est 0,03 de sorte que la valeur maximale possible de l'équivalent de dose au niveau des organes dépassera tout juste 2 Sv pour toute la durée de la vie. La limite d'équivalent de dose recommandée par la Commission, pour n'importe quel organe, afin d'éviter l'apparition d'effets non-stochastiques pour les membres du public, correspond à un équivalent de dose sur toute la vie qui est d'environ 3,5 Sv. La limitation de l'équivalent de dose effectif engagé entraîne donc le respect de la limite fixée pour la dose vie au niveau des organes et permet ainsi d'éviter les effets non-stochastiques.

Taille de l'organisme

Même si l'absorption et la rétention d'un radionucléide dans l'organisme étaient indépendantes de l'âge, l'équivalent de dose engagé au niveau d'un tissu donné par unité incorporée de ce radionucléide serait plus grand chez les enfants que chez les adultes (et les valeurs des LAI correspondantes seraient inférieures de façon inversement proportionnelle) du fait de la plus faible masse de leurs organes et tissus. Dans le cas extrême d'un enfant de moins d'un an dont le poids à l'âge de 6 mois est d'environ 7 kg [3], l'équivalent de dose engagé au niveau d'un organe ou d'un tissu par unité incorporée d'un radionucléide de période courte n'émettant que des rayonnements peu pénétrants serait environ 10 fois plus grand que chez un adulte de 70 kg. Ainsi que l'a montré Adams [1], ce facteur serait de l'ordre de 2 pour l'incorporation de radionucléides de période longue qui sont fortement retenus dans les tissus de l'organisme (plutonium 239 par exemple), car l'enfant continue sa croissance pendant la durée de cette irradiation prolongée. Pour les radionucléides qui émettent des photons pénétrants, les facteurs de correction qui font intervenir la taille de l'organisme sont plus petits, car la dose engagée par unité d'activité incorporée s'exprime au moyen d'un coefficient de proportionnalité qui est plutôt égal à l'inverse de la masse du corps élevé à la puissance $2/3$, qu'à l'inverse simple de cette masse [1].

Bien que la masse d'un organe ne représente pas toujours la même fraction de celle du corps, et que la morphologie ainsi que la disposition relative des organes évoluent avec l'âge, ces variations n'affecteront en général que faiblement les paramètres ci-dessus. Par conséquent, l'évolution de la taille du corps en fonction de l'âge entraîne que les équivalents de dose engagés par unité d'activité incorporée sont plus élevés pour les enfants (et les LAI respectivement plus faibles) que pour les travailleurs d'un facteur compris entre 2, ou même moins, et 10, la valeur réelle pour un âge donné dépendant non seulement du poids du sujet mais également du type de rayonnement émis par le radionucléide et de sa rétention dans les tissus.

Les valeurs de CDA indiquées dans la publication CIPR 30 en cas d'immersion des travailleurs dans un gaz radioactif chimiquement inerte devraient également être modifiées pour les membres du public dont la taille et le poids sont différents de ceux des travailleurs. Dans la plupart des cas, l'influence de ces facteurs sur les valeurs de CDA relatives à l'immersion serait faible, mais la durée d'exposition pendant l'année peut être supérieure à 2 000 heures qui est la durée de référence dont on s'est servi dans les calculs relatifs aux travailleurs.

Métabolisme

Le métabolisme des enfants peut être parfois très différent de celui des adultes, car chez l'enfant, pour une substance chimique donnée, la fraction passant du sang aux organes et tissus peut être différente (souvent supérieure) et l'élimination peut s'effectuer à des vitesses différentes (souvent plus grandes). Pour un radioisotope d'un élément chimique donné, l'absorption et la rétention dans les organes et tissus dépendront, de plus, de la période radioactive de cet isotope. Il serait incorrect

de vouloir généraliser l'effet que ceci peut avoir sur les valeurs relatives des LAI qui devraient s'appliquer à des personnes d'âge différent, car il faut toujours tenir compte de l'effet combiné et complexe des différents taux d'absorption et d'élimination en même temps que de la décroissance radioactive dans les différents organes et tissus qui interviennent dans la détermination de la LAI. Il serait donc prudent de traiter chaque cas séparément. En fait, les données pertinentes sont rares, mais les exemples suivants vont aider à mieux faire comprendre la nature du problème.

A partir de considérations sur l'équilibre de l'eau dans l'organisme, on estime que la vie moyenne de l'eau dans le corps est d'environ 14 jours chez un adulte et de 6 jours chez un enfant de 6 mois [3]. Du fait de sa longue période, le tritium sous forme d'eau tritiée a une vie moyenne de séjour dans l'organisme qui est très voisine. Par conséquent, l'équivalent de dose engagé au niveau des tissus de l'organisme pour une incorporation unitaire de tritium sous forme d'eau tritiée ne sera que 4 fois plus grand environ chez l'enfant que chez l'adulte, alors que si l'on se basait uniquement sur les différences pondérales, on devrait s'attendre à un facteur 10 (voir ci-dessus). De même, en raison de l'élimination plus rapide du césium 137 chez les sujets de faible poids [2] l'équivalent de dose engagé pour les tissus du fait de l'incorporation de ce radionucléide n'est qu'1,5 fois plus grand chez un enfant de 6 mois que chez un adulte [7].

La vie moyenne de l'iode dans la thyroïde augmente également avec l'âge, mais en même temps, l'absorption dans cette glande à partir du sang peut légèrement diminuer [6, 7, 11, 14]. Si l'on prend le cas de l'iode 131 qui est un radionucléide de période relativement courte, les variations au niveau du métabolisme n'ont que peu de conséquences, car la vitesse d'élimination de la thyroïde cède le pas à la décroissance radioactive et la vie moyenne dans la thyroïde est donc à peu près la même quel que soit l'âge. Par conséquent, l'équivalent de dose engagé pour la thyroïde après une incorporation unitaire d'iode 131 est environ 10 fois plus grand chez l'enfant de 6 mois que chez l'adulte [7], ce qui reflète le rapport des masses de la glande thyroïde à ces deux âges, qui est approximativement de 10. Toutefois, dans le cas de l'iode 129 qui a une période très longue, le métabolisme plus rapide chez l'enfant tend à compenser la masse plus faible de la thyroïde, et l'équivalent de dose engagé au niveau de cette glande par unité d'activité incorporée d'iode 129 n'est qu'environ 2 fois plus grand chez l'enfant de 6 mois que chez l'adulte [14].

Papworth et Vennart [10], ainsi que Leggett et coll. [9] ont décrit les variations, en fonction de l'âge, de l'absorption et de la rétention du strontium dans les os. Papworth et Vennart [10] ont donné des valeurs d'équivalent de dose engagé pour la moëlle osseuse rouge et pour les cellules endostéales après une incorporation unitaire de strontium 89 ou de strontium 90 ingérés avec la ration alimentaire. En ce qui concerne le strontium 90 qui a une période longue, la valeur relative à un enfant de 6 mois est environ 5 fois celle relative à l'adulte, mais pour le strontium 89 qui a une période beaucoup plus courte, le rapport correspondant se situe entre 20 et 40, car la valeur réelle dépend du modèle utilisé pour la dosimétrie du radionucléide dans l'os. L'équivalent de dose effectif engagé peut également dépendre de contributions supplémentaires provenant d'organes et de tissus pour lesquels les facteurs peuvent être différents.

Forme chimique

Les valeurs de LAI indiquées dans la publication CIPR 30 conviennent en général bien pour les composés chimiques d'un radionucléide tels qu'on les trouve habituellement sur les lieux de travail. Les composés du même radionucléide présents dans l'environnement ou dans l'alimentation peuvent être métabolisés différemment. Les modifications qui en résultent pour l'équivalent de dose effectif engagé doivent être examinées avec beaucoup d'attention. Par exemple, une plus grande absorption d'un radionucléide dans le sang à partir du tractus gastro-intestinal réduira l'équivalent de dose engagé dans la partie inférieure du tractus, mais augmentera les doses dans les autres tissus de l'organisme, et ces augmentations seront nettement plus fortes quand la décroissance radioactive sera faible pendant la durée du transfert entre l'appareil digestif et les autres organes et tissus. On sait que l'absorption de certains éléments à partir du tractus gastro-intestinal est plus grande, avec un facteur de multiplication qui peut aller jusqu'à 100 chez les nouveaux nés de plusieurs espèces animales pour des composés chimiques qui sont très peu absorbés chez les adultes ; c'est le cas pour les actinides, comme l'a montré Sullivan [12, 13]. Cette absorption accrue n'a lieu qu'au début de la vie et décroît pour rejoindre la valeur de l'âge adulte dès le sevrage. Cette absorption s'accompagne souvent d'une plus grande rétention dans les parois du tractus gastro-intestinal. Si cela se produit chez l'enfant, cette rétention et cette absorption accrues pourraient augmenter notablement l'équivalent de dose engagé pour les tissus de l'organisme en cas d'incorporation de certains radionucléides au tout début de la vie, avec, pour conséquence, l'obligation pour les autorités responsables d'instaurer un contrôle plus strict.

Harrison [8] a publié un bilan des connaissances actuelles sur l'absorption de certains actinides à partir du tractus gastro-intestinal. Il suggère que la fraction absorbée f_i du plutonium apporté par l'alimentation pourrait être égale à 1 % dans les trois premiers mois de la vie, puis décroître ensuite pendant le sevrage jusqu'à atteindre 0,05 % vers l'âge de 9 mois, après quoi, elle ne varierait plus avec l'âge. Harrison propose également une valeur constante égale à 0,5 % pendant la première année de vie et 0,05 % ensuite. Ces valeurs sont respectivement 50 et 5 fois plus grandes que la valeur utilisée dans la publication CIPR 30 pour la détermination de la LAI en cas d'ingestion par des travailleurs d'un composé quelconque du plutonium autre que les hydroxydes ou les oxydes très peu solubles. Une LAI pour une ingestion de plutonium 239 sera proportionnelle à la valeur de f_i et inversement proportionnelle à la masse des tissus aux différents âges. Jusqu'à preuve du contraire, on suppose qu'il n'y a pas de modifications avec l'âge de la rétention prolongée du radionucléide dans les tissus. Par conséquent, si l'on prend en compte les valeurs de f_i proposées par Harrison, ainsi que le facteur pondéral de 2 mentionné ci-dessus pour les radionucléides à période longue fortement retenus dans les tissus, l'équivalent de dose engagé par unité d'activité ingérée de plutonium 239 dans l'alimentation est 20 fois plus grand pour l'enfant de 6 mois que pour les membres adultes du public, et il est 100 fois plus grand que la valeur que l'on trouve utilisée dans la publication CIPR 30 pour le calcul de la plus faible valeur de la LAI pour les travailleurs en cas d'ingestion de plutonium 239.

NOTES

Des variations de la valeur de f_i de l'ordre de grandeur mentionné ci-dessus n'auront que peu de conséquences sur les estimations des LAI relatives au plutonium 239 inhalé, car celles-ci sont essentiellement déterminées par la plus grande fraction du radionucléide qui est transférée directement des poumons au sang.

Autres facteurs

Il existe un certain nombre d'autres facteurs qui mériteraient des recherches approfondies. Ainsi, les modèles dosimétriques développés dans la publication CIPR 30 pour l'appareil respiratoire, le tractus gastro-intestinal et le squelette sont relatifs aux adultes. Dans l'attente d'informations plus précises, ces modèles sont utilisés dans le cas des enfants, moyennant les corrections appropriées pour le débit respiratoire et la nourriture consommée.

Les femmes enceintes et les malades chroniques doivent également être considérés. Nos connaissances sont encore insuffisantes sur le métabolisme des radionucléides chez l'embryon et le fœtus ainsi que sur la radiosensibilité de ces derniers. La Commission continuera d'analyser les informations sur les différences possibles de radiosensibilité entre les tissus aux différents âges ; cependant, elle ne croit pas que ces différences soient suffisamment grandes pour recommander pour les membres du public un ensemble de facteurs de pondération différent de celui qui est appliqué pour les travailleurs (paragraphe 125 de la publication CIPR 26 [3]).

Conclusion

La limitation de l'équivalent de dose effectif engagé pour les personnes du public est suffisante pour assurer le respect, sur la durée de la vie, de la limite pour chaque organe pris séparément, ce qui élimine ainsi la possibilité d'apparition des effets non-stochastiques. Des valeurs relatives pour les enfants et les adultes de l'équivalent de dose engagé au niveau d'un certain nombre de tissus pour des incorporations unitaires de quelques radionucléides ont été indiquées ci-dessus : les valeurs à appliquer aux tout jeunes enfants sont comprises entre un peu plus d'une fois et 100 fois la valeur appliquée aux travailleurs adultes. Dans chacun de ces cas, les valeurs appropriées de la limite annuelle d'équivalent de dose recommandées par la Commission pour les personnes du public sont 10 fois plus petites que les limites correspondantes recommandées pour les travailleurs ; les valeurs de LAI qui en résultent pour les nourrissons de 6 mois seront inférieures aux valeurs indiquées dans la publication CIPR 30 pour limiter les effets stochastiques chez les travailleurs par des facteurs compris entre un chiffre un peu supérieur à 10 (dans le cas du césium 137) et 1 000 (en cas d'ingestion de plutonium 239). Pour les personnes âgées du public, il faudrait appliquer des facteurs intermédiaires. L'éventail des valeurs montre bien qu'il est nécessaire de considérer avec soin chaque situation.

En bref, choisir un seul facteur applicable en toutes circonstances serait dans bien des cas inutilement restrictif, et rien dans ce sens n'est

NOTES

recommandé. D'autre part, établir une liste exhaustive de facteurs adaptés à chaque situation serait une tâche énorme et peut-être inutile. La Commission envisage d'allonger la liste de ses exemples au fur et à mesure que s'approfondiront les connaissances et que d'autres radionucléides seront reconnus comme présentant un intérêt particulier. Des informations de ce type associées à des informations sur les conditions d'environnement et les modes de vie des personnes du public permettront aux pouvoirs publics, dans chaque Etat, de limiter les rejets dans l'environnement et d'évaluer les doses qui pourraient résulter de ces rejets.

2. CONCENTRATIONS DERIVEES DANS L'AIR POUR LES RADIONUCLEIDES A VIE COURTE (CDA)

Dans la publication CIPR 30, les valeurs des concentrations dérivées dans l'air (CDA) des radionucléides à vie courte (autres que les isotopes de gaz rares) pour l'exposition professionnelle sont fondées sur les équivalents de dose aux organes et tissus découlant de l'inhalation. La Commission souhaite attirer l'attention sur le fait que l'irradiation externe peut apporter une contribution supplémentaire à ces équivalents de dose. Si ces radionucléides à vie courte sont largement disséminés sur le lieu de travail, cette contribution supplémentaire peut être plus importante que celle due à l'inhalation d'un facteur qui croît d'environ 1 à 100 lorsque la période du radionucléide décroît de 1 jour à 10 minutes. De telles contributions doivent être prises en compte en tant qu'irradiation externe.

3. DOSES ANNUELLES MOYENNES POUR LES TRAVAILLEURS

Dans la publication CIPR 26, la Commission, en traitant des limites d'équivalent de dose relatives aux travailleurs, a comparé leurs risques moyens à ceux des travailleurs dans diverses industries.

La Commission ne veut pas dire par là qu'il faudrait fixer une limite spécifique pour l'équivalent de dose moyen. L'équivalent de dose collectif et donc l'équivalent de dose moyen devraient plutôt être limités par la procédure d'optimisation de la protection, c'est-à-dire qu'ils devraient être maintenus au niveau le plus bas que l'on peut raisonnablement atteindre, compte tenu des facteurs économiques et sociaux.

4. EXPOSITION DES FEMMES AUX RAYONNEMENTS IONISANTS

Dans une publication récente⁽¹⁾, M. Otake et W.J. Schull ont attiré l'attention sur le risque de grave retard mental chez les enfants exposés

(1) OTAKE M., SCHULL W.J. Brit. J. Radiol. (à paraître).

NOTES

in utero aux rayonnements ionisants. On a pu déterminer que ce risque résultait de l'irradiation pendant une période limitée allant de la 8^e à la 15^e semaine après la conception (c'est-à-dire après l'absence de deux menstruations). A la lumière de cette publication, la Commission a examiné les implications de ces informations dans ses recommandations relatives à l'emploi des femmes enceintes dans des travaux comportant une exposition à des rayonnements ionisants d'une part, et relatives aux examens radiologiques des femmes enceintes d'autre part.

Exposition professionnelle des femmes enceintes

Au paragraphe 116 de la publication CIPR 26, il est recommandé que l'exposition professionnelle des femmes pour lesquelles le diagnostic de grossesse a été établi soit limitée aux conditions dans lesquelles il est très peu probable que l'exposition annuelle dépasse 3/10 des limites d'équivalent de dose (conditions de travail du type B).

La Commission estime, en conclusion, que les nouvelles informations contenues dans la publication mentionnée ci-dessus ne conduisent pas à une augmentation notable du risque total tel que l'avait précédemment évalué la Commission pour une exposition professionnel d'une femme enceinte (et de son fœtus) dans les conditions de travail de type B. Cependant, ces nouvelles informations qui montrent que le risque d'induction d'un retard mental est lié à une exposition survenant au cours d'une période limitée du temps de grossesse, appellent quelques recommandations supplémentaires.

Les méthodes de protection des femmes enceintes au cours de leurs activités professionnelles devraient garantir pour le fœtus un niveau de protection qui soit largement comparable à celui offert aux personnes du public en général. Si dans les conditions de travail du type B, comme on peut s'y attendre, il n'y a pas d'irrégularités substantielles du débit de dose, la dose reçue par le fœtus pendant cette période critique de 2 mois ne devrait pas dépasser 1 mSv environ. La Commission recommande que des mesures spécifiques soient prises pour éviter ces irrégularités et recommande également de maintenir les doses délivrées au fœtus au niveau le plus bas que l'on peut raisonnablement atteindre.

Exposition professionnelle des femmes en âge de procréer

Pendant la période précédant la première absence de règles, il n'existe pas de risque dû à l'exposition aux rayonnements qui soit comparable à celui qu'ont décrit Otake et Schull. Les recommandations de la CIPR relatives à l'exposition professionnelle des femmes en âge de procréer sont faites pour les femmes qui pourraient être enceintes, mais dont l'état de grossesse n'a pas été reconnu. Ces recommandations n'imposent pas de limites de dose particulières autres que celle de 50 mSv pour l'équivalent de dose effectif reçu au cours d'une année quelconque de la vie, et à condition que l'exposition se déroule avec un débit qui soit approximativement régulier. Ces recommandations restent valables.

Exposition des femmes à des fins de diagnostic

Les informations publiées par Otake et Schull ont également un retentissement sur l'examen à des fins diagnostiques des femmes au cours du troisième et du quatrième mois suivant l'apparition des dernières règles. La Commission a tenu compte de ces informations lors de la rédaction de la publication CIPR 34 (Protection du patient au cours des examens radiologiques de diagnostic) qui comprend des directives d'ordre pratique pour la protection des patientes enceintes. La publication CIPR 34 traite également des examens radiologiques au cours des deux premiers mois de la grossesse, que celle-ci ait été reconnue ou non.

Pendant les dix premiers jours qui suivent le début des règles, étant donné que la conception n'a pu encore avoir lieu, il n'y a pas de risque pour un éventuel embryon. Quant au risque pour un enfant qui aurait été exposé *in utero* pendant la deuxième partie d'une période de quatre semaines suivant l'apparition des dernières règles, il est vraisemblablement assez faible pour qu'il ne soit pas nécessaire de fixer une limitation particulière de l'exposition pendant ces quatre semaines.

(Traduction révisée par M. DOUSSET)

RÉFÉRENCES

- [1] ADAMS N. Dependence on age at intake of committed dose equivalents from radionuclides. *Phys. Med. Biol.*, 1981, 26 (6) 1019-1034.
- [2] CRYER M.A., BAVERSTOCK K.F. Biological half-life of caesium-137 in man. *Health Phys.*, 1972, 23, 394-5.
- [3] Commission internationale de protection radiologique (CIPR). Report of the Task group on reference man. ICRP Publication 23. Oxford : Pergamon Press, 1975.
- [4] Commission internationale de protection radiologique (CIPR). Recommandations (A. Duchène, Trad.) Publication CIPR 26. Oxford : Pergamon Press, 1975.
- [5] Commission internationale de protection radiologique (CIPR). ICRP Publication 30. Limits for intakes of radionuclides by workers. Part 1 : Ann. ICRP. 1979, 2, N° 3/4. Supplement to Part 1 : Ann. ICRP 1979, 3. Part. 2 : Ann. ICRP (1980), 4, N° 3/4. Supplement to Part. 2 : Ann. ICRP 1981, 5. Part. 3 : Ann. ICRP 1981, 6, N° 2/3. Supplement A to Part 3 : Ann. ICRP 1982, 7. Supplement B to Part. 3 : Ann. ICRP 1982, 8.
- [6] DUNNING D.E., SCHWARZ G. Variability of human thyroid characteristics and estimates of dose from ingested ¹³¹I. *Health Phys.* 1981, 40, 661-675.
- [7] Grande-Bretagne. Medical Research Council. Criteria for controlling radiation doses to the public after accidental escape of radioactive material. London : HMSO, 1975.
- [8] HARRISON J.D. Gut uptake factors for plutonium, americium and curium. National radiological protection board, NRPB R-129, 1982.
- [9] LEGETT R.W., ECKERMAN K.F., WILLIAMS L.R. A case study in age-dependent dosimetric modelling. *Health Phys.*, 1982, 43, 307-322.
- [10] PAPWORTH D.G., VENNART J. Retention of Sr-90 in human bone at different ages and the resulting radiation doses. *Phys. Med. Biol.*, 1973, 18, (2) 169-186.
- [11] STATHER J.W., GREENHALGH J.R. The metabolism of iodine in children and adults. National Radiological Protection Board, NRPB R-140, 1983.

NOTES

- [12] SULLIVAN M.F. Absorption of actinide elements from the gastrointestinal tract of rats, guinea pigs and dogs. Health Phys., 1980 38, 173-185.
- [13] SULLIVAN M.F. Absorption of actinide elements from the gastrointestinal tract of neonatal animals. Health Phys. 1980, 38, 159-171.
- [14] UNSCEAR. Comité Scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants. Sources et effets des rayonnements ionisants. New York : Nations Unies, 1979.