



# RAPPORT

Limites de dose pour  
les travailleuses enceintes

Justification des limites  
précisées dans le Règlement  
sur la radioprotection

par

Direction de la protection radiologique  
et environnementale  
Commission de contrôle  
de l'énergie atomique  
Ottawa (Ontario)

juin 1999



**Limites de dose pour les travailleuses enceintes**

**Justification des limites précisées dans le  
Règlement sur la radioprotection**

par

Direction de la protection radiologique et environnementale  
Commission de contrôle de l'énergie atomique  
Ottawa (Ontario)

Juin 1999

*Limites de dose pour les travailleuses enceintes —  
Justification des limites précisées dans le Règlement sur la radioprotection*

Publié par la Commission de contrôle de l'énergie atomique  
Numéro de catalogue de la CCEA INFO-0700 (F)

© Ministère des Travaux publics et des Services gouvernementaux du Canada, 1999

La reproduction d'extraits de ce document à des fins personnelles est autorisée à condition d'en indiquer la source en entier. Toutefois, sa reproduction en tout ou en partie à des fins commerciales ou de redistribution nécessite l'obtention préalable d'une autorisation écrite de la Commission de contrôle de l'énergie atomique.

La présente publication est distribuée gratuitement sur demande. Pour obtenir d'autres exemplaires, ou de plus amples renseignements concernant la CCEA, veuillez écrire ou téléphoner à l'adresse suivante :

Division des communications  
Commission de contrôle de l'énergie atomique  
C.P. 1046, Succursale B  
Ottawa (Ontario) K1P 5S9

Téléphone : (613) 995-5894 ou 1-800-668-5284  
Télécopieur : (613) 992-2915  
Courriel : [info@atomcon.gc.ca](mailto:info@atomcon.gc.ca)  
Site Web : [www.gc.ca/aecb](http://www.gc.ca/aecb)

## TABLE DES MATIÈRES

|  |   |
|--|---|
| RÉSUMÉ .....   | 1 |
| HISTORIQUE .....   | 2 |
| AUTRES RENSEIGNEMENTS SUR LE RISQUE POUR L'EMBRYON ET LE FOETUS ...  | 4 |
| TABLEAU 1 : Estimations des effets des faibles doses de rayonnement sur l'embryon et le foetus humain .....  | 5 |
| TABLEAU 2 : Comparaison des risques pour le foetus pendant la grossesse .....  | 6 |
| TABLEAU 3 : Risque de cancer infantile par 10 000 embryons et foetus exposés à une dose de rayonnement de 4 mSv, d'après d'autres publications ..... | 7 |
| BIBLIOGRAPHIE .....  | 8 |

## RÉSUMÉ

En vertu du nouveau *Règlement sur la radioprotection*, lorsqu'une travailleuse du secteur nucléaire\* apprend qu'elle est enceinte, elle est tenue d'en aviser le titulaire de permis qui est associé à son lieu de travail. Le titulaire de permis n'est pas nécessairement son employeur (elle peut travailler pour un entrepreneur). Le Règlement oblige le titulaire de permis à informer tous les travailleurs du secteur nucléaire des risques pour la santé associés au rayonnement, y compris les risques particuliers pour le fœtus. C'est donc le titulaire de permis que la travailleuse enceinte doit aviser *par écrit* de son état. Le titulaire de permis est tenu, en vertu du même Règlement, de s'assurer que la dose reçue par la travailleuse ne dépasse pas la limite plus restrictive pour les travailleuses enceintes du secteur nucléaire, c'est-à-dire une dose efficace de 4 mSv à l'abdomen ou une incorporation de 0,2 ALI. Cette combinaison de limites relatives au rayonnement externe et au rayonnement interne a pour but de limiter la dose efficace au fœtus à 4 mSv durant le reste de la grossesse, après que celle-ci ait été déclarée. La limite est moins élevée que les limites régulières de 50 mSv sur une période d'un an et de 100 mSv sur une période de cinq ans en raison de la sensibilité plus grande des embryons et des fœtus au rayonnement.

Le présent document expose les raisons pour lesquelles la Commission de contrôle de l'énergie atomique (CCEA) propose une limite de dose de 4 mSv pour la travailleuse enceinte dans le nouveau *Règlement sur la radioprotection*. Cette limite de dose est supérieure à la limite de 2 mSv recommandée par la publication 60 de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) et proposée dans le document de consultation C-122 de la CCEA (1991).

Les raisons pour lesquelles on propose une limite de dose de 4 mSv sont fondées essentiellement sur les risques qu'un préjudice soit causé à l'embryon et au fœtus. Les voici :

- i) d'abord, 4 mSv est une dose faible et il est difficile de la mesurer avec précision;
- ii) le risque pour l'embryon et le fœtus associé à une dose de 4 mSv à la mère est très faible;
- iii) le risque pour l'embryon et le fœtus associé à une dose de 4 mSv est en effet très faible si on le compare aux risques associés à d'autres sources;
- iv) pendant les consultations ayant mené à l'adoption de la nouvelle limite, les travailleuses concernées ont expliqué à la CCEA que les répercussions associées au risque étaient acceptables;
- v) l'adoption de la limite de 2 mSv recommandée par la CIPR dans sa publication 60 pourrait constituer une forme de discrimination à l'égard des femmes parce que certains employeurs

---

\* L'expression \* travailleur du secteur nucléaire + est définie dans la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* et désigne toute personne qui, du fait de sa profession ou de son occupation et des conditions dans lesquelles elle exerce ses activités, si celles-ci sont liées à une substance ou une installation nucléaire, risque vraisemblablement de recevoir une dose de rayonnement supérieure à la limite réglementaire fixée pour la population en général.

pourraient conclure que la seule méthode efficace de se conformer à cette très faible limite de dose serait de retirer la travailleuse enceinte du lieu de travail sous rayonnements, ou simplement de ne pas embaucher de femmes.

## HISTORIQUE

- i) Publication C-122 : *Projet de modification du Règlement sur le contrôle de l'énergie atomique en vue de réduire les doses de rayonnement conformément aux recommandations de 1991 de la Commission internationale de protection radiologique.*

Le document de consultation C-122, qui a été publié en juillet 1991, annonçait l'intention de la CCEA d'adopter dans sa réglementation les recommandations de la publication 60 de la CIPR. Une limite de dose de 2 mSv à la surface de l'abdomen et une incorporation de 0,05 ALI ont été proposées pour la travailleuse enceinte. La CIPR a expliqué que la protection du fœtus devrait être \* comparable d'une façon générale + à celle de la population en général. Cependant, la publication 60 de la CIPR n'énonce pas clairement si la limite de dose externe s'ajoute à la limite interne. La CCEA a interprété la limite de dose recommandée de 2 mSv comme étant la conjugaison de la limite de 1 mSv imputable au rayonnement externe et de la limite de 1 mSv associée aux effets d'une contamination interne de la mère par des substances radioactives durant la grossesse. Une limite de dose de 2 mSv pendant la grossesse a été interprétée par la CCEA comme étant \* comparable d'une façon générale + à la limite de dose annuelle à la population de 1 mSv.

- ii) Consultation publique sur le document C-122

Lors de la consultation publique sur le document C-122, certains intervenants ont affirmé que la limite de dose proposée de 2 mSv était trop faible sans raison valable. Ces personnes ont fait remarqué qu'à ce niveau, les doses (en particulier les doses internes) étaient difficilement mesurables et que l'observation des limites serait difficile à démontrer. D'après les commentaires des travailleuses, des employeurs pourraient conclure que la seule méthode d'observation efficace de la limite de dose de 2 mSv serait de retirer une travailleuse enceinte du poste de travail sous rayonnements qu'elle occupe. S'il n'y avait pas d'autres emplois disponibles, cela pourrait se traduire par une mise à pied et éventuellement constituer une forme de discrimination à l'endroit des femmes pour certains types de travail sous rayonnements.

- iii) Séances publiques et exposés techniques sur les risques pour l'embryon et le fœtus associés à une exposition prénatale

La CCEA a estimé qu'il fallait donner aux travailleuses sous rayonnements les plus susceptibles d'être touchées l'occasion de lui faire connaître leur point de vue sur le sujet. Par conséquent, huit séances publiques visant à obtenir d'autres commentaires se sont tenues à différents endroits au Canada ainsi qu'à un site minier. Le principal objectif de ces rencontres, auxquelles ont assisté au total 338 personnes, était de discuter avec les travailleuses de la limite proposée de 2 mSv et

d'inclure les commentaires recueillis au processus de prise de décision. Pendant les réunions, un consultant de la CCEA (D<sup>r</sup> D. Myers) a fait état des risques pour l'embryon et le fœtus associés à une dose de 2 mSv ainsi que des risques associés à des causes naturelles. Un rapport intitulé *Comments on ICRP 60 Rationale for Dose Limits for the Pregnant Worker* (INFO-0421) a été utilisé à cette fin. On y précise qu'une dose de 2 mSv à l'embryon et au fœtus peut causer un risque de cancer infantile de 1 sur 10 000. Une dose de 2 mSv à l'embryon et au fœtus peut causer un risque de cancer fatal ultérieur de 3 sur 10 000. Ces risques ont été comparés aux risques pour le fœtus associés à des causes naturelles, qui sont beaucoup plus élevés. Le tableau 1 compare les risques associés à des doses de 10 mSv, de 4 mSv et de 2 mSv et l'incidence naturelle d'un cancer fatal ou non fatal. Le tableau 2 fait état d'un certain nombre de risques naturels pour le fœtus. Comme le choix d'une limite de dose est essentiellement une décision fondée sur le risque, il est important de noter que les estimations quantitatives des risques associés à des doses très faibles comportent de nombreuses incertitudes. Par conséquent, les chiffres qui figurent au tableau 1 ne devraient pas être interprétés comme des chiffres exacts, mais plutôt comme des valeurs approximatives.

Les femmes qui travaillent dans l'industrie de l'extraction de l'uranium sont exposées à des doses imputables aux produits de filiation du radon. Les calculs basés sur le plus récent modèle des voies respiratoires de la CIPR (LUDEP) indique que puisque la majeure partie des substances radioactives inhalées se loge dans les poumons de la mère, la dose au fœtus correspond à environ 1/1000 de la dose aux poumons. Par conséquent, la limite normale de dose professionnelle pour les produits de filiation du radon assure une protection efficace du fœtus.

Lors des rencontres, on a présenté aux participants des données tirées du Fichier dosimétrique national (FDN) concernant les doses reçues par les travailleuses enceintes. Depuis 1986, entre 300 et 400 travailleuses enceintes ont fait l'objet de contrôles annuels des doses de rayonnement externe. La dose maximale reçue par une personne, enregistrée pendant le reste de la durée de la grossesse après déclaration de celle-ci, se situait entre 1,3 mSv et 2 mSv. La limite de dose à ce moment-là était de 10 mSv à l'abdomen de la travailleuse.

Les données du FDN pour la catégorie des techniciens de médecine nucléaire (pas celle des femmes enceintes) indiquent que 50 % de ces travailleurs reçoivent moins de 2 mSv par année et que seulement 5 % reçoivent plus de 5 mSv par année. Ces doses sont bien en deçà des limites de doses professionnelles et ne devraient pas être une source de préoccupation pour la majorité des travailleuses qui oeuvrent dans ce domaine. Les travailleuses qui oeuvrent dans d'autres secteurs de l'industrie nucléaire peuvent recevoir des doses moyennes plus élevées, mais on suppose que dans la plupart des cas où une travailleuse apprend qu'elle est enceinte, le titulaire de permis est en mesure de la transférer à un poste pour lequel les doses reçues sont moins élevées.

Les données du FDN précitées n'incluent pas les doses attribuables à une contamination interne. Les renseignements disponibles à l'heure actuelle laissent supposer que ces doses ne contribuent pas de manière importante à la dose totale dans la plupart des cas.

Les participants aux rencontres étaient d'avis que des risques légèrement supérieurs, c'est-à-dire environ deux fois plus élevés que les risques associés à une dose de 2 mSv seraient acceptables si on les compare aux risques pour le fœtus imputables à des causes naturelles. À la suite des exposés techniques, la majorité des travailleuses\* qui comptent parmi les personnes les plus visées par la limite proposée ont suggéré une limite de dose de 4 ou 5 mSv pendant la grossesse, soit une valeur se situant entre la limite antérieure de 10 mSv et la recommandation de la CIPR qui est de 2 mSv. (\* Un groupe de travailleuses ne souscrit pas à la limite supérieure. Ses membres observaient les règlements du Code du travail de leur province, plus avantageux pour les travailleuses qui apprennent qu'elles sont enceintes.)

## **AUTRES RENSEIGNEMENTS SUR LE RISQUE POUR L'EMBRYON ET LE FOETUS**

Le tableau 3 résume les renseignements additionnels obtenus dans d'autres publications concernant les effets de l'exposition au rayonnement sur l'embryon et le fœtus.

**BEIR V, 1990 :** Dans le cas des cancers infantiles, l'estimation du risque mentionnée dans la publication 60 de la CIPR est de  $2,8 \times 10^{-5}$  par mSv (ou de 1 sur 10 000 pour 4 mSv). Les mêmes données ont été analysées plus tôt par Gilman *et al* (1989) et indiquent une estimation du risque de  $13 \times 10^{-5}$  par mSv (ou de 5 sur 10 000 pour 4 mSv).

**UNSCEAR 1994 :** L'UNSCEAR conclut que les études portant sur l'exposition utérine comportaient une grande diversité d'estimations de risque allant de risques relativement élevés à des risques pratiquement indétectables, y compris (probablement) des risques nuls. On précise dans le rapport qu'il n'existe aucune raison biologique de supposer que l'embryon ou le fœtus résiste au rayonnement, mais la quantification exacte des effets était sujette à une grande incertitude. D'après l'analyse plus récente de l'étude d'Oxford portant sur les cancers infantiles, le risque de décès associé à tous les cancers infantiles est d'environ  $5 \times 10^{-5}$  par mSv. Cette valeur correspond à un risque de décès de 2 sur 10 000 pour une exposition prénatale de 4 mSv.

**NCRP 1994 :** Un commentaire de la NCRP intitulé *Considerations Regarding the Unintended Radiation Exposure of the Embryo, Foetus or Nursing Child*, publié en mai 1994, et qui est la publication la plus récente de la NCRP sur le sujet comprend une partie sur les risques dus au rayonnement qui examine l'information recueillie dans d'autres publications de la NCRP. En ce qui concerne l'induction de cancers infantiles à la suite d'une exposition prénatale, on conclut que le risque est numériquement à peu près le même que pour l'irradiation de jeunes enfants, c'est-à-dire  $10 \times 10^{-5}$  par mSv (ou 4 sur 10 000 pour 4 mSv). Dans le cas des effets héréditaires, soit les effets sur le matériel génétique du fœtus qui seront transmis à ses descendants, le risque est de  $10^{-5}$  par mSv. Ce nombre est dérivé d'expériences sur les animaux et aucune étude sur les humains ne laisse supposer de tels risques.

**TABEAU 1 : Estimations des effets des faibles doses de rayonnement sur l'embryon et le fœtus humain**



| Préjudice pour la santé       | Risque pour le foetus après une exposition de <b>10 mSv</b> durant huit mois de grossesse (par 10 000) | Risque pour le foetus après une exposition de <b>4 mSv</b> durant huit mois de grossesse (par 10 000) | Risque pour le foetus à la suite d'une exposition de <b>2 mSv</b> durant huit mois de grossesse (par 10 000) | Incidence spontanée par 10 000 naissances d'enfants vivants |
|-------------------------------|--|---|--|---|
| Cancers infantiles            | 5*   | 2   | 1  | 200   |
| Cancers pendant la vie adulte | 15   | 6   | 3  | 2 500   |

Source : Adapté de Myers D.K. *Comments on ICRP 60 Rationale for Dose Limits for the Pregnant Worker (INFO-0421)*, juin 1992

\* L'estimation du risque est dérivée d'un coefficient de risque =  $5 \times 10^{-2}$  par Sv (95 % CI, de  $0,8 \times 10^{-2}$  à  $9,5 \times 10^{-2}$  par Sv) d'après Mole R.H. (1990).

**TABEAU 2 : Comparaison des risques pour le fœtus pendant la grossesse**

| <b>Facteur de risque</b>               | <b>Incidences sur la grossesse (effet)</b>   | <b>Risque que les effets se manifestent [possibilité (en %) que le fœtus exposé au facteur de risque en subisse les effets]</b> |
|--|--|---|
| Mère ayant contracté la rubéole        | Malformation du cœur, du cristallin, des muscles du squelette, de l'oreille interne, des dents                                 | 67 %  |
| Mère fumeuse (cigarette)               | Faible poids à la naissance  | 20 %  |
| Consommation d'alcool de la mère :     |  |   |
| 2 verres/jour                          | Faible poids à la naissance  | 10 %  |
| 2 à 4 verres/jour                      | Signes du syndrome d'alcoolisme fœtal (anomalies de croissance, dysfonctionnement du cerveau, signes faciaux caractéristiques) | 10 %  |
| > 4 verres/jour                        |  | 20 %  |
| alcoolique chronique                   |  | 50 %  |
| Âge de la mère :                       |  |   |
| 20 ans                                 | Syndrome de Down (retard de croissance mentale et physique)  | 0,04 %  |
| 35 à 39 ans                            |  | 1,5 %   |
| Vivre à une altitude élevée :          |  |   |
| 5 000 pi                               | Faible poids à la naissance  | 10 %  |
| Inconnu                                | Anomalie du développement  | 2 à 4 %   |
| Inconnu                                | Retard de croissance intra-utérine   | 2 à 3 %   |
| Génétique                              | Maladie hémolytique ABO  | 1 %   |
| Inconnu                                | Aberrations chromosomiques (incidence naturelle)   | 0,5 %   |
| Inconnu                                | Taux de malformation congénitale grave à l'accouchement  | 2,75 %  |
| Inconnu                                | Malformations et maladies héréditaires entre les âges de 1 et 2 ans  | 6 à 10 %  |
| Inconnu                                | Fausse couche pendant la grossesse   | 30 à 50 %   |
| Irradiation de l'embryon ou du fœtus : |  |   |
| 10 mSv                                 | Décès par leucémie infantile avant l'âge de 12 ans   | 0,03 %  |
|  | Décès imputables à d'autres cancers infantiles avant l'âge de 10 ans   | 0,03 %  |

Source : *Medical Effects of Ionizing Radiation*, Mettler, F.A. et Moseley, R.D.; Grune and Stratton Inc., 1985.

**TABLEAU 3 : Risque de cancer infantile par 10 000 embryons et fœtus exposés à une dose de rayonnement de 4 mSv, d'après d'autres publications**

| Préjudice pour la santé | Gilman <i>et al</i> (1989) | BEIR V (1990) | UNSCEAR (1994) | NCRP (1994) |
|-------------------------|----------------------------|---------------|----------------|-------------|
| Cancers infantiles      | 5*                         | 1**           | 2†             | 4‡          |

Les estimations de risques qui figurent au tableau sont dérivées des coefficients de risque suivants :

\* Estimation du risque =  $13 \times 10^{-2}$  par Sv (95 % CI, de  $8,4 \times 10^{-2}$  à  $19,2 \times 10^{-2}$  par Sv)

\*\* Estimation du risque =  $2,8 \times 10^{-2}$  par Sv (limite supérieure de l'estimation du risque)

† Estimation du risque =  $5 \times 10^{-2}$  par Sv (95 % CI, de  $0,8 \times 10^{-2}$  à  $9,5 \times 10^{-2}$  par Sv)  
(d'après Mole R.H. *et al*, 1990)

‡ Estimation du risque =  $10 \times 10^{-2}$  par Sv

## BIBLIOGRAPHIE

1. Consideration regarding the unintended radiation exposure of the embryo foetus or nursing child (1994). Commentaire de la NCRP n° 9, National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda (Maryland).
2. Gilman E.A., Kneale, G.W., Knox, E.G. *et al* (1989) Recent estimates of the risk of childhood cancer following the irradiation of the foetus in : Low Dose Radiation Biological Basis of Assessment (K.F. Baverstock et J.W. Stather - Éditeurs), Taylor et Francis, London.
3. Health Effects of Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation (1990). Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiations. National Research Council, National Academy Press, Washington D.C.
4. Commission internationale de protection radiologique, publication 60 de la CIPR (1991), Pergamon Press.
5. Mettler, F.A. et Moseley, R.D. : Medical Effects of Ionizing Radiation, Grune & Stratton Inc., 1985.
6. Mole, R.H. Fetal dosimetry by UNSCEAR and risk coefficients for childhood cancer following diagnostic radiology in pregnancy (1990). *J. Radiol. Prot.* 10, p. 199-203.
7. Mole, R.H. Childhood cancer after prenatal exposure to diagnostic x-ray examinations in Britain (1990). *Brit. J. Cancer* 62, pp. 152-168.
8. Sources and Effects of Ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. 1994 Report to the General Assembly.