

# **RADIOPROTECTION**

**Principes et utilisation des dosimètres individuels.**

**Octobre 2001.**

## 1. - VOTRE RADIOPROTECTION

### 1.1. - PRINCIPE DES DOSIMETRES PERSONNELS.

Le Contrôle Physique des Radiations est chargé de la détermination, en **concertation** avec le médecin agréé chargé de la surveillance médicale des travailleurs, y compris les travailleurs extérieurs, des **doses individuelles**, y compris les doses résultant d'expositions internes et celles dues aux expositions accidentelles, aux expositions accidentelles concertées et aux expositions d'urgence (Règlement Général, art. 23.10.c).

La détermination des doses reçues individuellement par le personnel concerné est réalisée par trois types de dosimètres.

#### **Les dosimètres films-badges.**

Ils servent à mesurer les doses reçues, par quinzaine, de rayonnements  $\beta$ , X,  $\gamma$  et neutrons thermiques.

L'utilisation d'émulsions nucléaires permet la dosimétrie des neutrons rapides.

#### **Les stylodosimètres.**

A lecture directe, ils permettent, à chaque instant, de connaître la dose de rayonnement X ou  $\gamma$  absorbée depuis la dernière recharge.

#### **Les dosimètres thermoluminescents.**

Pour la mesure des doses de rayonnements  $\beta$ , X, ou  $\gamma$ , ils sont utilisés pour la mesure des doses "extrémités", sous forme de bagues au LiF.

## 2.- LA DOSIMETRIE PAR FILM-BADGE.

### 2.1. - REGLEMENT GENERAL - ART. 30.6. - MESURES DES DOSES.

L'exploitant d'un établissement soumis à autorisation, doit veiller à ce que la dosimétrie prévue soit assurée et il en assume les frais.

Toute personne professionnellement exposée doit porter un dosimètre à hauteur de la poitrine, sauf en cas d'exposition exclusive à des émetteurs  $\beta$  de faible énergie (<200keV), auquel cas, un monitoring adéquat sera réalisé.

Dans les situations de ce type où le port du tablier plombé est indiqué, il y a lieu de porter deux dosimètres : l'un au dessus et l'autre en dessous du tablier.

Les doses reçues par tout(e) apprenti(e) ou étudiant(e) doivent être contrôlées selon les mêmes modalités que celles décrites pour les personnes professionnellement exposées, en particulier par le port d'un (ou de plusieurs) dosimètre individuel approprié.

Tout visiteur ou travailleur admis dans une zone contrôlée doit porter les mêmes dosimètres que les travailleurs occupés dans cette zone.

Les dispositions sont prises pour que les résultats des mesures effectuées soient conservés en archives avec les documents assurant une identification indiscutable des personnes intéressées.

De plus, les dispositions sont prises pour que chaque travailleur **ait accès** aux résultats des mesures le concernant.

### 2.2. - LE DOSIMETRE FILM-BADGE $\beta$ , X, ET $\gamma$ .

La dosimétrie des rayonnements  $\beta$ , X, et  $\gamma$  s'effectue par la mesure du noircissement produit par ces rayonnements dans les émulsions photographiques.

Ce noircissement croît avec la dose totale absorbée par l'émulsion, mais dépend aussi de la nature et de l'énergie des rayonnements en cause.

Ce noircissement mesuré, après développement du film, à l'aide d'un densitomètre, permet de calculer, à l'aide d'une formule déterminée pour le type de film utilisé, la dose de rayonnement reçue par le film-badge, donc, la dose reçue par la personne au cours de son travail sous rayonnement ionisant.

#### Caractéristiques du film-badge.

Nous utilisons les films KODAK, Personal Monitoring Film, Type 2, sensibles aux rayonnements  $\beta$ , X, et  $\gamma$ .

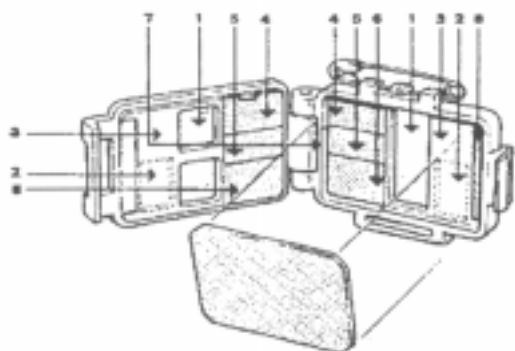
Le support du film est recouvert de deux émulsions : une émulsion rapide et une émulsion lente, chacune étant située sur une des faces du support.

Un tel film permet la mesure des doses **de moins de 0,1 mSv à 18 Sv**, suivant le type d'émulsion utilisé.

En pratique, le film développé est séché et lu tel quel au densitomètre ; le calcul est effectué pour une dose comprise entre  $\pm 0,1$  mSv jusqu'à 40 mSv.

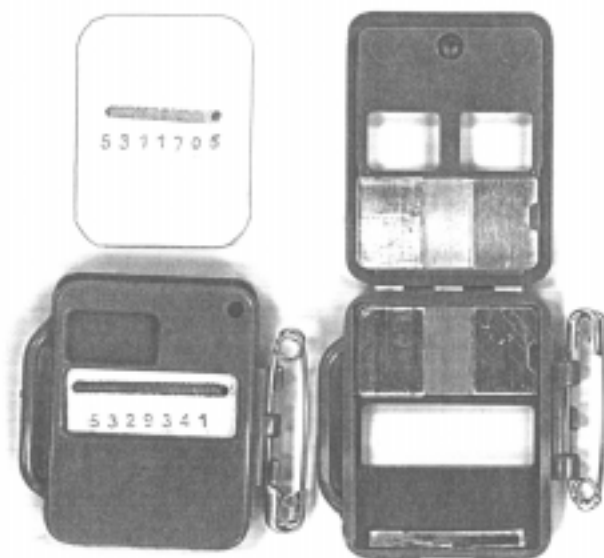
Si la dose enregistrée par le film est supérieure à 40 mSv, il est nécessaire de procéder à une opération de "décapage" du film, c'est-à-dire que l'on élimine du support l'émulsion rapide, pour ne conserver que l'émulsion lente qui permettra le calcul plus exact de la dose comprise entre 40 mSv et 18 Sv.

### Caractéristiques du boîtier (porte film-badge).



1. Fenêtre
2. 50 mg/cm<sup>2</sup> plastique
3. 300 mg/cm<sup>2</sup> plastique
4. 0,1 mm Dural
5. 0,71 mm Cd - 0,30 mm Pb
6. 0,71 mm Sn - 0,30 mm Pb
7. 0,3 mm Pb (écran d'angle)
8. 0,4 g In

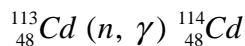
Le boîtier porte film utilisé, commercialisé par la firme Loxford Equipment Co, Ltd, a été conçu et développé par le National Radiological Protection Board de Harwell - Grande-Bretagne.



Le boîtier est pourvu d'une ouverture (fenêtre) et de divers écrans : deux épaisseurs différentes de matière plastique forment le boîtier et des écrans métalliques (Dural, Cd-Pb, Sn-Pb)

permettent de différencier qualitativement et quantitativement les divers rayonnements  $\beta$ , X, et  $\gamma$  et neutrons thermiques. Les deux faces du boîtier sont symétriques.

Les neutrons thermiques sont détectés et la dose est mesurée par le noircissement produit par le rayonnement  $\gamma$  de 5 MeV d'énergie, émis lors de la réaction



**Le boîtier doit toujours posséder tous ses écrans métalliques** : en cas de détérioration, il est impératif de passer au Service de Contrôle Physique afin de changer le boîtier.

Un **boîtier défectueux** ne permet pas le calcul exact de la dose d'irradiation reçue par le travailleur.

### 3. - UTILISATION PRATIQUE DES DOSIMETRES FILMS-BADGES.

#### 3.1. - PERIODICITE DU PORT DU DOSIMETRE FILM-BADGE.

Les films sont échangés tous les quinze jours, dans l'ensemble des services de l'Université, suivant un calendrier qui est adressé à tous les préposés à l'échange des films.

Les films sont, soit adressés par courrier intérieur au préposé, soit ceux-ci viennent en faire l'échange directement au SUCPR.

Il est essentiel, pour un bon fonctionnement du Service de Contrôle Physique, ainsi que pour la **sécurité des travailleurs**, que ceux-ci veillent à ce que leur film soit échangé de manière **régulière** et à la **date indiquée**.

Un film, rentré immédiatement après le délai, ne peut être développé qu'avec les films de l'échange de la quinzaine suivante.

Il est bien entendu que, dans le cas d'une manipulation particulièrement dangereuse, ou dans le cas d'un incident ou d'un accident, la dose peut être déterminée en dehors du calendrier prévu, dans le jour de la réception du film dosimétrique.

#### 3.2. - PORT DU DOSIMETRE FILM-BADGE.

Il est **porté à hauteur de la poitrine** (à gauche, par exemple).

Cet emplacement a été choisi parce que, en général, il correspond à la valeur moyenne de l'exposition totale du corps.

Il est essentiel que l'ensemble du personnel se conforme à cette règle.

Dans certains cas bien particuliers, il est intéressant, pour le médecin du travail par exemple, de connaître la dose reçue en un endroit spécifique du corps (thyroïde, gonades, etc...), un dosimètre film-badge supplémentaire sera alors fourni à la demande du médecin et sera porté par la personne au niveau de l'organe particulièrement exposé.

### 3.3. - QUE MESURE LE DOSIMETRE FILM-BADGE.

En principe, le dosimètre film-badge **intègre l'ensemble des doses reçues** par le travailleur **pendant la période de son utilisation**.

Le dosimètre film-badge permet, non seulement de distinguer le type de rayonnement  $\beta$ , X, ou  $\gamma$ , mais également la contribution de deux-trois plages d'énergie du rayonnement X ou  $\gamma$  à la dose.

En cas de **contamination** du manipulateur, par des projections de fines gouttelettes de substances radioactives, au niveau de la poitrine, par exemple, le dosimètre film-badge, s'il a été atteint par de telles projections, renseignera la contamination radioactive subie par le travailleur, par la présence sur le film développé (au niveau de la fenêtre du boîtier) de petites taches de noircissement plus important.

Il est important de noter que le **dosimètre enregistre toute dose reçue, qu'il soit ou non porté** par la personne à laquelle il a été attribué ; il est dès lors très important de ne pas le laisser traîner n'importe où, particulièrement en des lieux où des radiations ionisantes sont présentes.

### 3.4. - IRRADIATIONS PARTIELLES.

Le dosimètre film-badge, comme nous l'avons signalé plus haut, est destiné à mesurer la valeur moyenne de l'exposition totale du corps.

Il est évident que si le corps n'est que partiellement exposé et que le dosimètre film-badge se trouve dans cette région d'irradiation partielle, le film développé présentera une plage de noircissement plus importante qui permettra, dans ce cas, de mettre en évidence cette irradiation partielle du travailleur.

Ce point souligne l'importance de **toujours** porter son film de la même manière, c'est-à-dire à hauteur de la poitrine.

### 3.5. - NOIRCISSEMENT ACCIDENTEL.

#### *Agents chimiques.*

Les émulsions photographiques sont sensibles aux vapeurs de mercure et d'ammoniaque qui pénètrent les enveloppes du film et provoquent son noircissement.

Il faut éviter de laisser séjourner les films dans de telles atmosphères, ce qui entraîne des erreurs d'évaluation de la dose enregistrée.

#### *Chaleur.*

Les émulsions photographiques sont sensibles à la chaleur : en hiver, les radiateurs ; en été, le soleil.

Il faut éviter, dès lors, d'exposer les dosimètres films-badges à des sources de chaleur, qui seront cause d'erreurs dans l'évaluation des doses reçues par le personnel.

### **Lumière.**

Le film-badge, comme le film radiologique et le film photographique, est sensible à la lumière, c'est la raison de l'enveloppe externe et des emballages internes de protection.

Détruire cette enveloppe, pour une raison quelconque, c'est exposer le film à la lumière, c'est-à-dire le rendre **inutilisable**.

### **3.6. - PRESENTATION DU FILM-BADGE.**

Chaque film est numéroté à l'aide d'un composteur, par ce procédé, le numéro visible extérieurement apparaît également sur le film développé : on évite ainsi toute erreur d'identification des films.

Ce numéro est composé de 7 chiffres :

1	2	102	08
année en cours (2001)	quinzaine en cours	N° du service	N° de l'agent

Un trait de couleur sur la partie **supérieure** du film, au dessus du numéro, identifie aisément la quinzaine en cours.

Le film, ainsi numéroté, est **individualisé** ; il est primordial que l'utilisateur vérifie que le film qui lui est fourni correspond bien à son numéro.

Le numéro d'attribution de l'agent est repris sur l'étiquette DYMO, appliquée à l'avant du boîtier. Le film est **individuel** et **ne peut s'échanger**.

### **3.7. - POSITION DU FILM-BADGE DANS LE BOITIER.**



Le numéro imprimé sur le film doit apparaître dans la fenêtre du boîtier, le trait de couleur doit se trouver du côté des épaisseurs de plastique.

Il est à noter que le boîtier possède un endroit et un envers (back).

L'envers du boîtier se distingue par le fait que la fenêtre est coupée en deux : cette particularité permet de déterminer le sens de pénétration du rayonnement X ou  $\gamma$ , **pour autant que le boîtier soit porté correctement**, c'est-à-dire **à l'endroit !**

En cas d'ouverture accidentelle ou volontaire du boîtier, il est essentiel de replacer correctement le film, en effet, un film "**retourné**" en cours de quinzaine fausse la détermination de la dose du film irradié.

### 3.8. - REMARQUES.

\* Nous avons souvent remarqué que les travailleurs n'ont pas une bonne notion de la **dose intégrée** sur une période plus ou moins longue.

Certains se plaignent que leur film n'a rien indiqué alors qu'ils ont travaillé dans un zone active.

Un exemple nous permettra de saisir le pourquoi de la chose.

Soit une solution de  $^{131}\text{I}$ , délivrant un débit de dose de 5 mGy/h à 10 cm.

Le manipulateur se trouve à **50 cm** de la source, position du dosimètre film-badge, il est donc exposé à un débit de dose de :

$$5 \text{ mGy} / \text{h} \times \frac{[10]^2}{[50]^2} = 0,2 \text{ mGy} / \text{h}, \text{ au niveau du dosimètre film-badge.}$$

Supposons que la manipulation dure **10 min** : la dose au niveau du dosimètre film-badge sera donc :

$$0,2 \times \frac{[10]}{[60]} = 0,033 \text{ mGy}$$

Le seuil de sensibilité du film étant d'environ 0,05 mSv, le dosimètre film-badge ne décèlera rien dans ce cas.

Il est à noter que cette dose de  $\pm 0,05$  mSv, seuil de sensibilité du film, représente le 40<sup>ème</sup> de la dose admissible durant la quinzaine, dose qui ne présente **aucun danger**.

\* Dans les conditions habituelles, les films-badges ne mesurent que les rayonnements provenant de sources extérieures au corps.

Ils ne mesurent les rayonnements en provenance de sources internes au corps (dues à la contamination) que dans la mesure où ces sources seraient particulièrement intenses, ce qui n'a jamais été constaté jusqu'à présent.

\* Les dosimètres films-badges ne permettent pas la mesure des doses  $\beta$  dues aux rayonnements des isotopes tels que  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{35}\text{S}$ ,  $^{63}\text{Ni}$ , ou des doses dues aux rayons  $\alpha$ .

Ces rayonnements ne peuvent pénétrer les divers emballages de protection du film.

La surveillance du personnel exposé, lors de ce type de manipulations, sera effectuée par un contrôle d'absence de contamination interne, réalisé par l'analyse des radioisotopes dans l'urine, par exemple.

#### En résumé :

Le dosimètre film-badge est un moyen dosimétrique de petite taille, robuste et commode pour pouvoir être utilisé par l'ensemble du personnel d'un établissement.

Il permet de conserver une preuve durable des doses reçues par chaque travailleur, au cours de sa carrière.





Il assure, par simple lecture de l'appareil, un contrôle continu des conditions de travail, permettant ainsi d'éviter des expositions dangereuses.

Le stylodosimètre le plus couramment utilisé est le 2 mGy.

Il possède un mouvement propre, c'est-à-dire une décharge spontanée, qui varie de 0,05 à 0,10 mGy par semaine pour les appareils en excellent état.

Ce mouvement propre est dû aux rayons cosmiques (1/3) et aux fuites (2/3) du support isolant de l'électroscope.

On déterminera **préalablement** le mouvement propre de chaque stylodosimètre et on le **vérifiera périodiquement** car il peut se modifier de façon importante suivant les conditions atmosphériques (chaleur, humidité...) ou si l'isolant est devenu gras et poussiéreux.

#### 4.2.2. - Inconvénients.

Le stylodosimètre est coûteux et fragile.

La précision des mesures, dans le cas d'une intégration de la dose au cours de la quinzaine, n'est pas excellente.

Il n'est pas rare de constater un décalage important entre la dose relevée par le film-badge et celle relevée par le stylodosimètre.

Ce décalage peut résulter :

- du mouvement propre du stylodosimètre à lecture directe, variable d'un instrument à l'autre,

- de la différence de la réponse en énergie des dosimètres comparés,

- ou du traitement mécanique du stylodosimètre.

Le stylodosimètre doit avoir une **réponse en énergie compatible** avec le type de rayonnement utilisé X ou  $\gamma$ .

Un choc violent peut, le cas échéant, décharger le stylodosimètre, totalement ou partiellement.

#### 4.2.3. - En bref :

Donnant moins d'informations que le film-badge, le stylodosimètre ne se prête pas à un emploi généralisé pour la dosimétrie individuelle.

L'utilisation du stylodosimètre sera requise pour des manipulations bien particulières où l'exposition du manipulateur est telle qu'un suivi permanent des doses reçues par le travailleur est nécessaire.



### 4.3. – LES DOSIMETRES ELECTRONIQUES.

La dernière génération des dosimètres électroniques utilise les semi-conducteurs comme détecteurs, tel le sulfure de cadmium (CdS) ou de silicium, compensés en énergie.

Un tel détecteur est de faibles dimensions (quelques mm<sup>3</sup>) ce qui a permis de réaliser des dosimètres de taille réduite (50mm x 70mm x 17mm) et d'un poids total de  $\pm 80$  g.

Un écran LCD affiche la dose intégrée et/ou le débit de dose, un seuil de dose préréglé déclenche, lors du dépassement de celui-ci, une alarme sonore et visuelle.

La réponse en énergie de tels dosimètres est de  $\pm 25\%$  de 60 keV à 6,2 MeV.

Certains constructeurs annoncent :  $\pm 25\%$  de 18 keV à 6 MeV

Les dosimètres électroniques permettent de réaliser la dosimétrie opérationnelle des travailleurs, dans le cas où la dose susceptible d'être reçue est supérieure à 500  $\mu$ Sv/semaine.

## 5. - LES DOSIMETRES THERMOLUMINESCENTS.

De manière très simplifiée, on peut dire que la thermoluminescence est la propriété que possède certains matériaux de libérer, lorsqu'ils sont chauffés, une quantité de lumière qui est proportionnelle à la dose de rayonnements ionisants à laquelle ils ont été soumis.

La mesure de cette quantité de lumière permet, moyennant un étalonnage préalable, de déterminer la dose de rayonnements ionisants absorbée par le matériau thermoluminescent.

Parmi les produits possédant cette propriété, nous utilisons pour la dosimétrie du personnel le **fluorure de lithium LiF**.

### 5.1. - REGLEMENT GENERAL - ART. 30.6. - MESURES DES DOSES.

Si une irradiation non négligeable d'un tissu (par exemple, le cristallin) ou d'un organe particulier ou d'une partie du corps spécifique (par exemple, les mains) est à craindre, la personne portera un ou plusieurs dosimètres supplémentaires permettant de contrôler les doses à ces endroits, et ce, sur proposition du service de Contrôle Physique et du médecin agréé.

Ce ou ces dosimètres seront toujours portés si cette irradiation est susceptible de provoquer des doses supérieures aux 3/10 d'une des limites de dose fixées à l'article 20.1.3 pour le cristallin, la peau, les mains, les avant-bras, les pieds et les chevilles.

### 5.2. - DESCRIPTION.

Parmi les substances possédant la propriété de thermoluminescence, une des plus appréciées pour les mesures dosimétriques est le fluorure de lithium.

Le LiF possède en effet l'avantage de présenter une réponse équivalente à celle des tissus humains, pour des rayonnements X ou  $\gamma$  d'énergies très diverses à partir de 10 keV.

Les dosimètres que nous utilisons sont des parallélépipèdes rectangles de LiF fritté de 3 x 3 mm, d'épaisseur 0,9 mm, fabriqués par la firme Harshaw Chemical Co.

L'appareil de lecture, Rialto de la firme Pittman, permet une gamme d'utilisation comprise entre 0,02 mGy et 2 Gy avec une réponse linéaire.

Ces pastilles de LiF sont réutilisables un très grand nombre de fois.

De petites dimensions, le dosimètre LiF est particulièrement commode pour la dosimétrie effectuée au niveau des extrémités des doigts (bagues LiF).

Si l'on compare le dosimètre LiF avec le dosimètre film-badge, on se rend compte que la thermoluminescence apporte de sérieuses améliorations dans le domaine de la dosimétrie du personnel au niveau des extrémités.

La bague au LiF permet de connaître la dose reçue au niveau du (ou des) doigt exposé aux rayonnements ionisants  $\beta$ , X ou  $\gamma$ .

### 5.3. - INCONVENIENTS.

La reproductibilité de fabrication des détecteurs est loin d'être excellente et on note des sensibilités individuelles très dispersées, ce qui nécessite un étalonnage de chaque détecteur au type de rayonnements utilisés et à son énergie.

### 5.4. - EN RESUME :

Les dosimètres au LiF sont utilisés, soit en complément du dosimètre film-badge, soit pour la dosimétrie au niveau des doigts et des poignets.

Ils sont fréquemment utilisés pour la dosimétrie directe dans les faisceaux d'accélérateur, les faisceaux  $\gamma$  ou d'appareils à rayons X.

## 6 - CONCLUSIONS.

Le **dosimètre film-badge** est un excellent instrument de dosimétrie individuelle.

Une fois développé, il se conserve indéfiniment, c'est donc un document qui peut être réexaminé à tout moment.

Son inconvénient principal est de ne pas donner la mesure immédiate en cas de surexposition, aussi est-il parfois accompagné d'un **stylodosimètre à lecture directe** pour les travailleurs pouvant craindre une surexposition.

Le **dosimètre thermoluminescent au LiF** est actuellement réservé essentiellement à la dosimétrie des doigts ainsi qu'à la dosimétrie des faisceaux de rayonnements ionisants.

## ANNEXE.

### Normes de base concernant la protection contre l'exposition aux rayonnements ionisants.

#### REGLEMENT GENERAL : ART.20. – LIMITATION DES DOSES.

##### 20.1. – Limitation des doses dans le cadre des pratiques.

###### 20.1.1. – Dispositions générales.

###### 20.1.1.1. –

La limitation des doses individuelles et collectives résultant de l'exposition à des rayonnements ionisants dans le cadre des pratiques doit être fondée sur les principes généraux suivants :

- a- les différents types de pratiques impliquant une exposition aux rayonnements ionisants doivent, avant leur première autorisation ou leur adoption pour utilisation généralisée, être **justifiés** par les avantages qu'ils procurent, après avoir pris en compte l'ensemble des avantages et des inconvénients, y compris dans le domaine de la santé.

A cet effet, une étude de justification doit figurer dans les dossiers de demande d'autorisation en application du présent règlement.

L'autorisation accordée tient lieu de preuve de justification.

- b- toutes les expositions doivent être maintenues à un niveau aussi bas qu'il est raisonnablement possible, compte tenu des facteurs économiques et sociaux.

Dans le cadre de l'optimisation, des contraintes de dose peuvent, d'une façon générale, être fixées par l'Agence pour toute source, pratique ou tâche visée par le présent règlement.

Sur la base de ces contraintes de dose, l'Agence peut fixer d'autres niveaux de dose, par exemple des niveaux d'investigation, ainsi que des niveaux dérivés dans le but de vérifier rétrospectivement le respect des contraintes de dose fixées.

- c- sans préjudice des dispositions relatives aux expositions sous autorisation spéciale, ainsi qu'aux expositions accidentelles et d'urgence, la somme des doses reçues et engagées du fait des différentes pratiques ne doit pas dépasser les limites de doses fixées, selon le cas, pour les personnes professionnellement exposées, les apprenti(e)s et les étudiant(e)s, ainsi que les personnes du public.

Le principe défini sous c) ne s'applique pas à l'exposition subie par les individus du fait des examens ou traitements médicaux auxquels ils sont soumis.

Néanmoins, toutes les expositions médicales doivent être médicalement justifiées et maintenues à un niveau aussi bas que raisonnablement possible, conformément aux dispositions de l'article 51.

## 20.1.1.3. -

Aucune personne de **moins de 18 ans** ne peut être affectée à un poste de travail qui ferait d'elle une personne professionnellement exposée.

La protection de l'enfant à naître ne peut être inférieure à celle offerte aux membres du public. Il en résulte qu'à partir de la déclaration de grossesse, les conditions, auxquelles est soumise la femme enceinte dans le cadre de son emploi, doivent être telles que la dose reçue par l'enfant à naître soit la plus faible qu'il est raisonnablement possible d'obtenir et soit inférieure à **1 mSv** pendant toute la durée de la grossesse.

Si cette dose est dépassée au moment de la déclaration de grossesse, la femme enceinte sera écartée de tout poste de travail l'exposant au risque de rayonnements ionisants.

Aucune femme en période d'allaitement et aucune femme enceinte, après déclaration de grossesse ne peut être affectée à un poste de travail comportant un risque professionnel de **contamination radioactive corporelle**.

Les dispositions des deux alinéas précédents sont d'application pour les apprenties, stagiaires et étudiantes dès que quiconque ayant autorité sur celles-ci est informé de leur état.

### **20.1.3. - Limites de dose pour les personnes professionnellement exposées**

La limite de dose efficace pour les personnes professionnellement exposées est fixée à **20 mSv par 12 mois consécutifs glissants**.

Sous condition du respect de cette limite de dose, la limite équivalente pour chacun des organes et tissus individuels est fixée à **500 mSv par 12 mois consécutifs glissants**.

De plus :

- la limite de dose équivalente pour le cristallin est fixée à **150 mSv par 12 mois consécutifs glissants** ;
- la limite de dose pour la peau est fixée à **500 mSv par 12 mois consécutifs glissants** ; cette limite s'applique à la dose moyenne sur toute surface de 1 cm<sup>2</sup> de peau, quelle que soit la surface exposée ;
- la limite de dose équivalente pour les mains, les avant-bras, les pieds et les chevilles est fixée à **500 mSv par 12 mois consécutifs glissants**.

Au cas où un travailleur est chargé d'une mission dans une exploitation à l'étranger, pendant laquelle une exposition professionnelle ne peut être exclue, l'employeur est tenu d'informer l'exploitant des limites fixées ci-dessus, par écrit et préalablement à la mission.

Une copie de ce document est tenue à la disposition de l'Agence et des personnes chargées de la surveillance du respect des dispositions du présent règlement.

### **20.1.5. – Limites de dose pour les apprenti(e)s et les étudiant(e)s.**

Pour les apprenti(e)s âgés de **18 ans ou plus**, et pour les étudiant(e)s âgés de 18 ans ou plus, qui du fait de leurs études, sont amenés à employer des sources, les limites de dose sont égales aux limites de dose fixées à l'article 20.1.3 pour les personnes professionnellement exposées.

Pour les apprenti(e)s âgés de **16 à 18 ans**, et pour les étudiant(e)s âgés de **16 à 18 ans**, qui du fait de leurs études, sont amenés à employer des sources, la limite de dose efficace est de **6 mSv par an**.

Sans préjudice de cette limite de dose :

- la limite de dose équivalente pour le cristallin est fixée à **50 mSv** par an ;
- la limite de dose équivalente pour la peau est fixée à **150 mSv** par an ; cette limite s'applique à la dose moyenne pour toute surface de 1 cm<sup>2</sup> de peau, quelle que soit la surface exposée ;
- la limite de dose équivalente pour les mains, les avant-bras, les pieds et les chevilles est fixée à **150 mSv** par an.

Pour les apprenti(e)s et les étudiant(e)s qui ne relèvent pas des alinéas 1 et 2, les limites de dose sont égales à celles fixées à l'article 20.1.4 pour les personnes du public.

### REMARQUES.

- \* Ces normes ne doivent pas être considérées comme un niveau normal d'irradiation des personnes pendant le travail, mais comme **une limite** que l'on ne doit, en principe, **jamais atteindre**.
- \* En cas de dépassement de la dose de 0,8 mSv/quinzaine, l'agent concerné, le préposé à la surveillance du service, ainsi que le médecin agréé (SPMT) reçoivent un avis de dépassement de dose.

Il est du devoir de l'agent de compléter la fiche de demande de renseignements et de la renvoyer, au plus tôt, au Service de Contrôle Physique.

C'est de cette façon que nous pouvons, ensemble, améliorer les conditions de travail des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants.

### UNITES.

- La **dose absorbée** (D) est l'énergie absorbée par unité de masse :

$$d = d\varepsilon/dm \quad \text{où}$$

$d\varepsilon$  est l'énergie moyenne communiquée par le rayonnement à la matière, dans un élément de volume, et

$dm$  est la masse de la matière contenue dans cet élément de volume.

Dans ce règlement, le terme « **dose absorbée** » désigne la dose moyenne reçue par un tissu ou un organe.

L'unité de dose absorbée est le **gray** (Gy), un Gy équivaut à un joule par kilogramme :

$$1\text{Gy} = 1\text{J.kg}^{-1}$$

- **Dose équivalente ( $H_T$ )** : dose absorbée par le tissu ou l'organe T, pondérée suivant le type et la qualité du rayonnement R, elle est donnée par la formule :

$$H_{T,R} = W_R D_{T,R} \quad \text{où}$$

$D_{T,R}$  est la moyenne pour l'organe ou le tissu de la dose absorbée du rayonnement R et

$W_R$  est le facteur de pondération radiologique.

Lorsque le champ de rayonnement comprend des rayonnements de types et d'énergies correspondant à des valeurs différentes de  $W_R$ , la dose équivalente totale  $H_T$  est donnée par la formule :

$$H_T = \sum W_R D_{T,R}$$

L'unité de dose équivalente est le *sievert* (Sv).

- **Dose efficace ( $E$ )** : somme des doses équivalentes pondérées, délivrées aux différents organes et tissus du corps mentionnés à l'annexe II par l'irradiation interne et externe ; elle est définie par la formule :

$$E = \sum W_T H_T = \sum W_T \sum W_R D_{T,R} \quad \text{où}$$

$D_{T,R}$  est la moyenne pour l'organe ou le tissu T de la dose absorbée du rayonnement R

$W_R$  est le facteur de pondération radiologique et

$W_T$  est le facteur de pondération tissulaire pour le tissu ou l'organe T.

L'unité de dose efficace est le *sievert* (Sv).

Cette note d'information a été rédigée à partir des références suivantes.

- Règlement Général de la protection de la population et des travailleurs contre le danger des radiations ionisantes.

AR du 20.07.2001.

- Principe et utilisation des dosimètres - A. Bernet.

Institut de Physique Nucléaire d'Orsay.

- A new film-badge for Radiation Monitoring.

Lox ford Equipment Co. Ltd. U.K.

- Thermoluminescent Dosimetry - Cameron.

The University of Wisconsin Press.