

Belbrich

CENTRE D'ETUDES NUCLEAIRES
DE SACLAY

DCENS/SST/SPR-S-74-412

juillet 1974

DIRECTION

CONSIGNES GENERALES DE RADIOPROTECTION

CHAPITRE I

LIMITES MAXIMALES ADMISSIBLES ET DISPOSITIONS
ADMINISTRATIVES CORRESPONDANTES

CHAPITRE II

ZONES DE TRAVAIL ET CATEGORIES DE TRAVAILLEURS
DISPOSITIONS ASSOCIEES

ANNEXE I

CONCENTRATIONS MAXIMALES ADMISSIBLES DES RADIO-
NUCLEIDES DANS L'EAU ET DANS L'AIR

INTRODUCTION

L'irradiation de l'organisme peut être produite par :

- irradiation externe résultant de l'exposition à des rayonnements qui proviennent de sources extérieures (directement ou indirectement par diffusion sur les matériaux environnants) ;
- contamination radioactive externe résultant du dépôt de radionucléides sur la peau ;
- contamination radioactive interne résultant de la pénétration de radionucléides à l'intérieur du corps par
 - . inhalation,
 - . ingestion,
 - . blessure,
 - . passage à travers la peau lors d'une contamination radioactive externe.

L'action des rayonnements sur l'organisme induit des effets qui peuvent atteindre l'individu lui-même ou sa descendance. Le respect des présentes consignes permet d'éviter tout dommage sur les personnes concernées et rend négligeable le risque génétique.

Indépendamment de l'ensemble des dispositions générales qui suivent, il est rappelé que l'article 6 du décret 66-450 du 20 juin 1966 précise que l'exposition des personnes et le nombre des personnes exposées aux rayonnements ionisants doivent, dans la limite des maximums prévus par la réglementation, être aussi réduits que possible. Il incombe à tous les responsables, en accord avec le S.P.R., de mettre en oeuvre les moyens nécessaires pour que cette prescription soit respectée.

GRANDEURS ET UNITES DE BASE
UTILISEES EN RADIOPROTECTION

Dose absorbée

Dans toute interaction d'un rayonnement ionisant avec la matière il y a transfert d'énergie du rayonnement à la matière.

La dose absorbée est le quotient de l'énergie communiquée à un volume de matière par la masse de matière contenue dans cet élément de volume.

La dose absorbée peut donc s'exprimer en joules par kilogramme de matière ; l'unité généralement utilisée est le rad qui est égal à 10^{-2} J/kg.

Equivalent de dose

L'équivalent de dose est une grandeur définie pour les besoins de la radioprotection.

L'équivalent de dose est le produit de la dose absorbée par le "facteur de qualité" du rayonnement. Le facteur de qualité est un facteur de pondération qui tient compte du fait que pour produire un même effet biologique la dose absorbée n'est pas égale pour tous les types de rayonnements ; par exemple, ce facteur est égal à 1 pour les électrons et les photons, 10 pour les neutrons rapides et 20 pour les noyaux lourds.

L'unité d'équivalent de dose est le rem.

SOMMAIRE

CHAPITRE I

LIMITES MAXIMALES ADMISSIBLES ET DISPOSITIONS ADMINISTRATIVES CORRESPONDANTES

1.1. LIMITES MAXIMALES ADMISSIBLES POUR LES PERSONNES DIRECTEMENT AFFECTEES AUX TRAVAUX SOUS RAYONNEMENTS IONISANTS

1.11. Limites maximales admissibles d'irradiation de l'organisme

1.111. Equivalents de dose maximaux admissibles relatifs à l'irradiation de l'organisme entier, des organes hématopoïétiques et des gonades

1.112. Equivalents de dose maximaux admissibles relatifs à l'irradiation segmentaire de l'organisme

1.12. Limites pratiques du débit d'équivalent de dose et de l'équivalent de dose pour l'irradiation externe de l'organisme

1.121. Irradiation de l'organisme entier

1.122. Irradiation segmentaire de l'organisme

1.13. Limites maximales admissibles de contamination de l'air

1.131. Limite maximale admissible pour une exposition continue à une contamination constante de l'air

1.132. Limites pratiques de contamination de l'air

1.14. Limites pratiques de contamination surfacique

1.141. Contamination des locaux

1.142. Contamination des vêtements de travail

1.143. Contamination cutanée

1.2. LIMITES MAXIMALES ADMISSIBLES POUR LES PERSONNES NON DIRECTEMENT AFFECTEES AUX TRAVAUX SOUS RAYONNEMENTS IONISANTS

1.21. Limites maximales admissibles d'irradiation de l'organisme

1.211. Equivalent de dose maximal admissible relatif à l'irradiation de l'organisme entier, des organes hématopoïétiques et des gonades

1.212. Equivalents de dose maximaux admissibles relatifs à l'irradiation segmentaire de l'organisme

1.22. Limites pratiques du débit d'équivalent de dose et de l'équivalent de dose pour l'irradiation externe de l'organisme durant les séjours en zone contrôlée

1.221. Irradiation de l'organisme entier

1.222. Irradiation segmentaire de l'organisme

1.23. Limites maximales admissibles de contamination de l'air

1.231. Limite maximale admissible d'exposition à la contamination de l'air

1.232. Limites pratiques de contamination de l'air durant les séjours en zone contrôlée

1.24. Limites pratiques de contamination surfacique en zone surveillée

1.3. LIMITES MAXIMALES ADMISSIBLES POUR LES PERSONNES NON AFFECTEES AUX TRAVAUX SOUS RAYONNEMENTS IONISANTS

1.31. Limite maximale admissible d'irradiation de l'organisme entier

1.32. Limite maximale admissible d'irradiation segmentaire de l'organisme

1.33. Limite maximale admissible d'exposition à la contamination de l'air

CHAPITRE I

LIMITES MAXIMALES ADMISSIBLES
ET DISPOSITIONS ADMINISTRATIVES CORRESPONDANTES

1.1. LIMITES MAXIMALES ADMISSIBLES POUR LES PERSONNES DIRECTEMENT AFFECTEES AUX TRAVAUX SOUS RAYONNEMENTS IONISANTS (voir en 2.121)

1.11. Limites maximales admissibles d'irradiation de l'organisme⁽¹⁾

1.111. Equivalents de dose maximaux admissibles relatifs à l'irradiation de l'organisme entier, des organes hématopoïétiques et des gonades (norme de base)

L'équivalent de dose pour une période de 12 mois consécutifs ne doit pas dépasser 5 rems.

L'équivalent de dose pour une période de 3 mois consécutifs ne doit pas dépasser 3 rems⁽²⁾

1.112. Equivalents de dose maximaux admissibles relatifs à l'irradiation segmentaire de l'organisme (norme de base)

Dans le cas d'une irradiation segmentaire limitée aux organes cités ci-dessous, les équivalents de dose maximaux admissibles, pour les périodes de 12 mois et de 3 mois consécutifs, sont fixés comme suit :

Organes	Equivalents de dose maximaux admissibles rems	
	12 mois consécutifs	3 mois consécutifs
Mains et avant-bras (Pieds et chevilles (	60	15
Peau, tissus osseux	30	8
Autres organes et tissus internes	15	4

Figure I-1 - Equivalents de dose maximaux admissibles pour l'irradiation segmentaire de l'organisme (travailleurs DA)

1.12. Limites pratiques du débit d'équivalent de dose et de l'équivalent de dose pour l'irradiation externe de l'organisme

1.121. Irradiation de l'organisme entier

A l'équivalent de dose maximal admissible correspond un débit moyen d'équivalent de dose de 2,5 mrem/h ; cependant, pour tenir compte des augmentations temporaires du débit d'équivalent de dose à l'occasion des travaux

(1) Ces limites concernent la somme des équivalents de dose dus à l'irradiation externe et à la contamination interne. Elles ne s'appliquent ni à l'irradiation naturelle, ni à l'irradiation à des fins médicales.

(2) Pour les femmes en état de procréer, cette limite est ramenée à 1,3 rem.

exceptionnels, des incidents et des travaux d'entretien, les dispositifs de protection auprès des installations en fonctionnement continu doivent, autant que possible, être étudiés de manière à limiter le débit moyen d'équivalent de dose à 0,25 mrem/h, en fonctionnement normal, en tout lieu où les personnes doivent assurer une présence permanente.

Dans le cas de travaux particuliers, lorsque le débit d'équivalent de dose ne dépasse pas 200 mrem/h et si l'équivalent de dose n'est pas susceptible de dépasser 100 mrem en une semaine, le travail peut se poursuivre avec l'autorisation du Chef de Service responsable du travail selon les dispositions prévues par le S.P.R.

Lorsque le débit d'équivalent de dose est supérieur à 200 mrem/h ou lorsque l'équivalent de dose est susceptible de dépasser 100 mrem en une semaine, la procédure relative aux avis de travail, définie par le S.P.R., doit être utilisée. En outre, si l'équivalent de dose est susceptible de dépasser 1 rem en un mois, le S.P.R. prend l'avis du médecin du travail.

Lorsque le débit d'équivalent de dose est supérieur à 10 rem/h ou lorsque l'équivalent de dose est susceptible de dépasser 3 rems⁽¹⁾ en trois mois ou 500 mrem en un jour, aucun travail ne peut être exécuté sans l'autorisation exceptionnelle du Directeur du Centre, sur demande du S.P.R., après avis du médecin du travail et, sauf en cas d'urgence, du Département de Protection.

La figure suivante regroupe l'ensemble de ces dispositions :

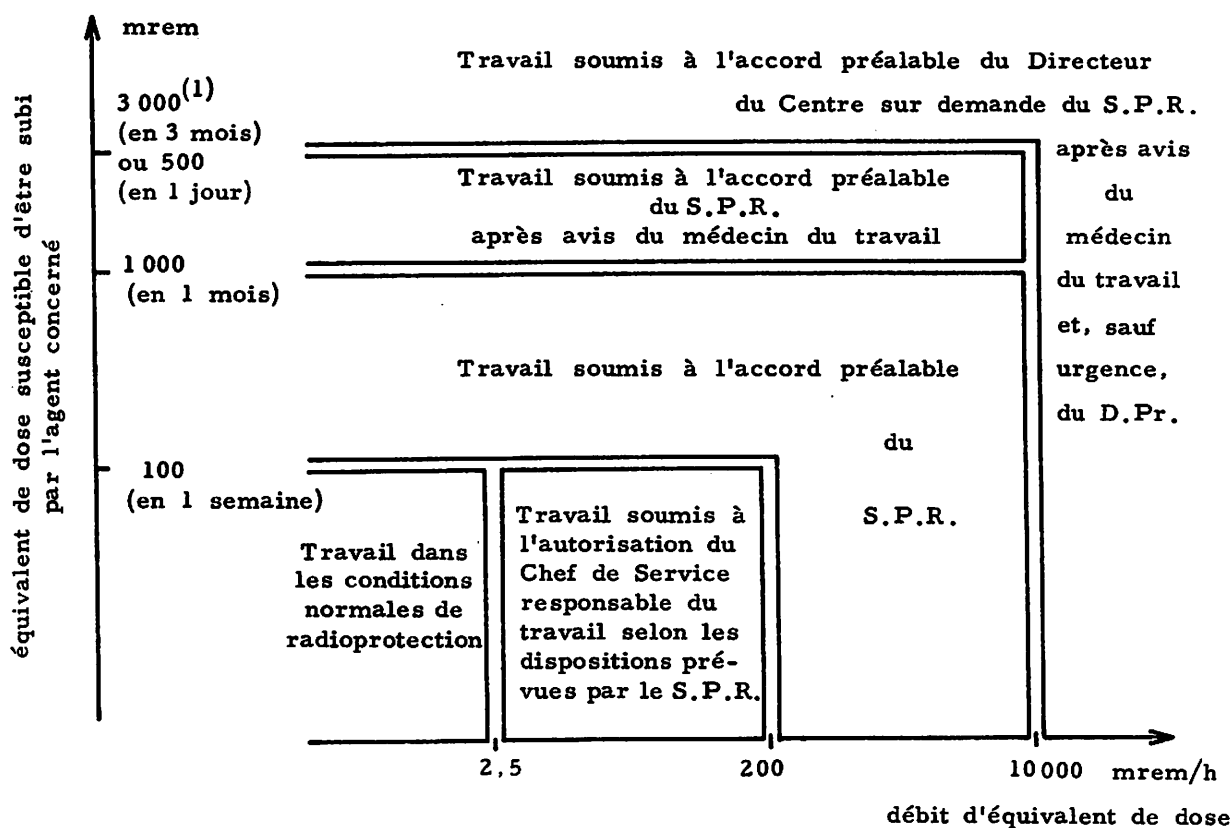


Figure I-2 - Limites pratiques du débit d'équivalent de dose et de l'équivalent de dose pour l'irradiation externe de l'organisme entier (travailleurs DA)

(1) Pour les femmes en état de procréer, cette limite est ramenée à 1,3 rem.

1.122. Irradiation segmentaire de l'organisme

Dans le cas d'irradiations segmentaires, les valeurs limites et les dispositions à appliquer sont définies dans les figures suivantes :

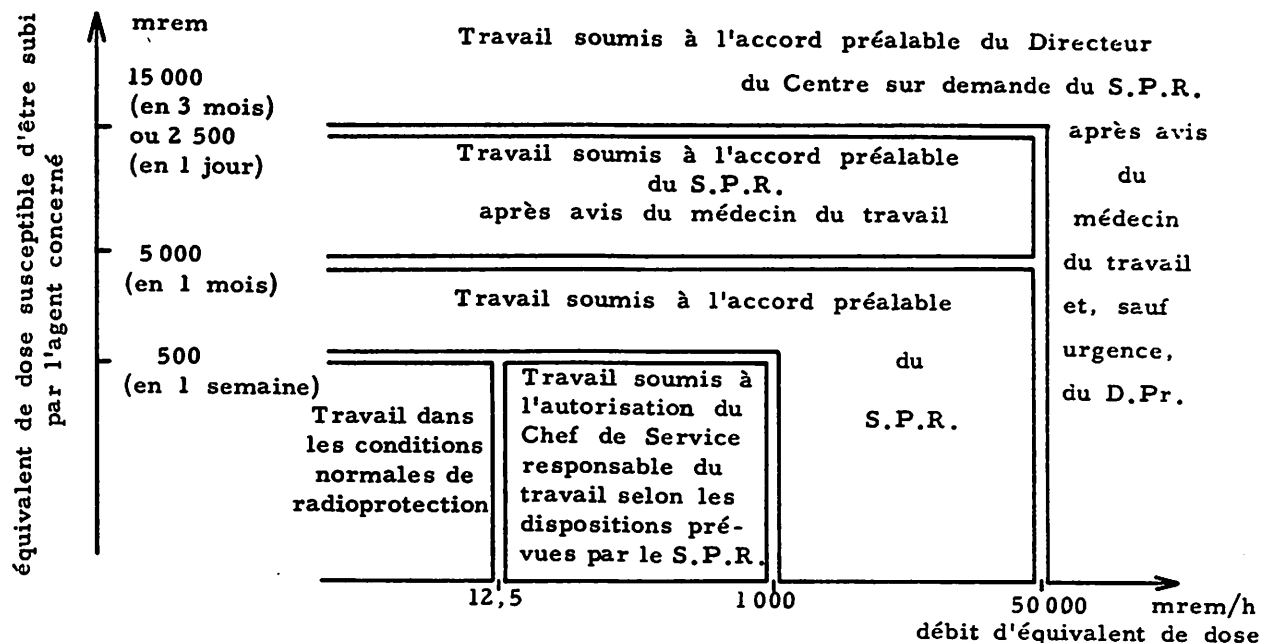


Figure I-3 - Limites pratiques du débit d'équivalent de dose et de l'équivalent de dose pour l'irradiation externe des mains, des avant-bras, des pieds et des chevilles (travailleurs DA)

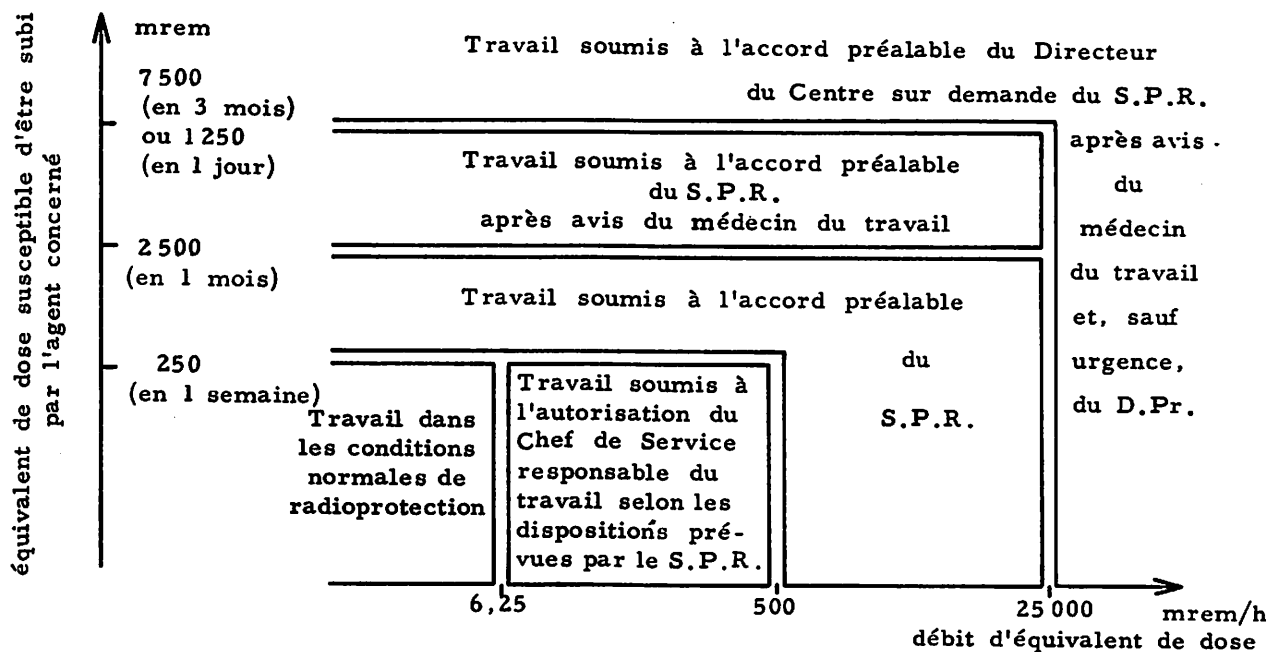


Figure I-4 - Limites pratiques du débit d'équivalent de dose et de l'équivalent de dose pour l'irradiation externe de la peau (sauf mains, avant-bras, pieds, chevilles) (travailleurs DA)

Nota 1 - L'irradiation localisée de la tête doit satisfaire aux limites définies pour l'organisme entier.

Nota 2 - Les figures I-3 et I-4 résultent de la figure I-2 et des limites trimestrielles.

1.13. Limites maximales admissibles de contamination de l'air

1.131. Limite maximale admissible pour une exposition continue à une contamination constante de l'air (norme de base)

La contamination maximale admissible de l'air (CMA_{air}) pour un radionucléide donné et pour un organe donné est l'activité volumique de contamination de l'air par ce radionucléide qui, pour une exposition continue à un niveau constant durant le travail, entraîne, au niveau de l'organe considéré, un débit d'équivalent de dose égal au débit d'équivalent de dose maximal admissible moyen annuel après équilibre effectif ou après 50 ans pour les radionucléides à période effective très longue⁽¹⁾.

L'exposition à la contamination atmosphérique subie peut être exprimée par le produit du niveau de contamination atmosphérique en CMA par le temps de présence en heures. La limite maximale admissible annuelle d'exposition à la contamination atmosphérique est égale à 2 000 CMAh (niveau de contamination de 1 CMA durant 8 heures par jour, 5 jours par semaine et 50 semaines par an).

Nota : Une exposition à la contamination atmosphérique de 2 000 CMAh, quelle que soit la durée de cette exposition, entraîne, après décroissance effective totale ou après 50 ans pour les radionucléides à période effective très longue⁽¹⁾, un équivalent de dose égal à l'équivalent de dose maximal admissible annuel pour l'organe considéré.

1.132. Limites pratiques de contamination de l'air

Les enceintes de travail doivent être normalement conçues afin d'éviter toute contamination à l'extérieur de celles-ci en fonctionnement de routine. Cependant, dans le cas de travaux particuliers (chargements, entretien, réparations ou interventions après incidents), une contamination atmosphérique peut apparaître ; les dispositions suivantes doivent alors être appliquées :

- Lorsque le niveau de contamination atmosphérique ne dépasse pas 80 CMA et si l'exposition à la contamination atmosphérique⁽²⁾ des agents concernés n'est pas susceptible de dépasser 40 CMAh en une semaine, le Chef de Service peut autoriser l'exécution des travaux selon les dispositions prévues par le S.P.R.

- Lorsque le niveau de contamination atmosphérique est supérieur à 80 CMA ou si l'exposition à la contamination atmosphérique⁽²⁾ des agents concernés est susceptible de dépasser 40 CMAh en une semaine, la procédure relative aux avis de travail, définie par le S.P.R., doit être suivie. En outre, lorsque l'exposition effective à la contamination atmosphérique est susceptible de dépasser 200 CMAh en un mois, le S.P.R. doit prendre l'avis du médecin du travail.

- Lorsque le niveau de contamination atmosphérique est supérieur à 4 000 CMA ou lorsque l'exposition effective à la contamination atmosphérique des agents concernés est susceptible de dépasser 500 CMAh en trois mois ou 200 CMAh en un jour, aucun travail ne peut être exécuté sans l'autorisation exceptionnelle du Directeur du Centre, sur demande du S.P.R., après avis du médecin du travail et, sauf en cas d'urgence, du Département de Protection.

(1) L'élimination d'un radionucléide dans l'organisme s'effectue par deux processus qui sont la décroissance radioactive et l'élimination biologique caractérisées par les périodes radioactive et biologique. Le phénomène d'élimination d'un radionucléide est, en définitive, caractérisé par une période dite "effective" :

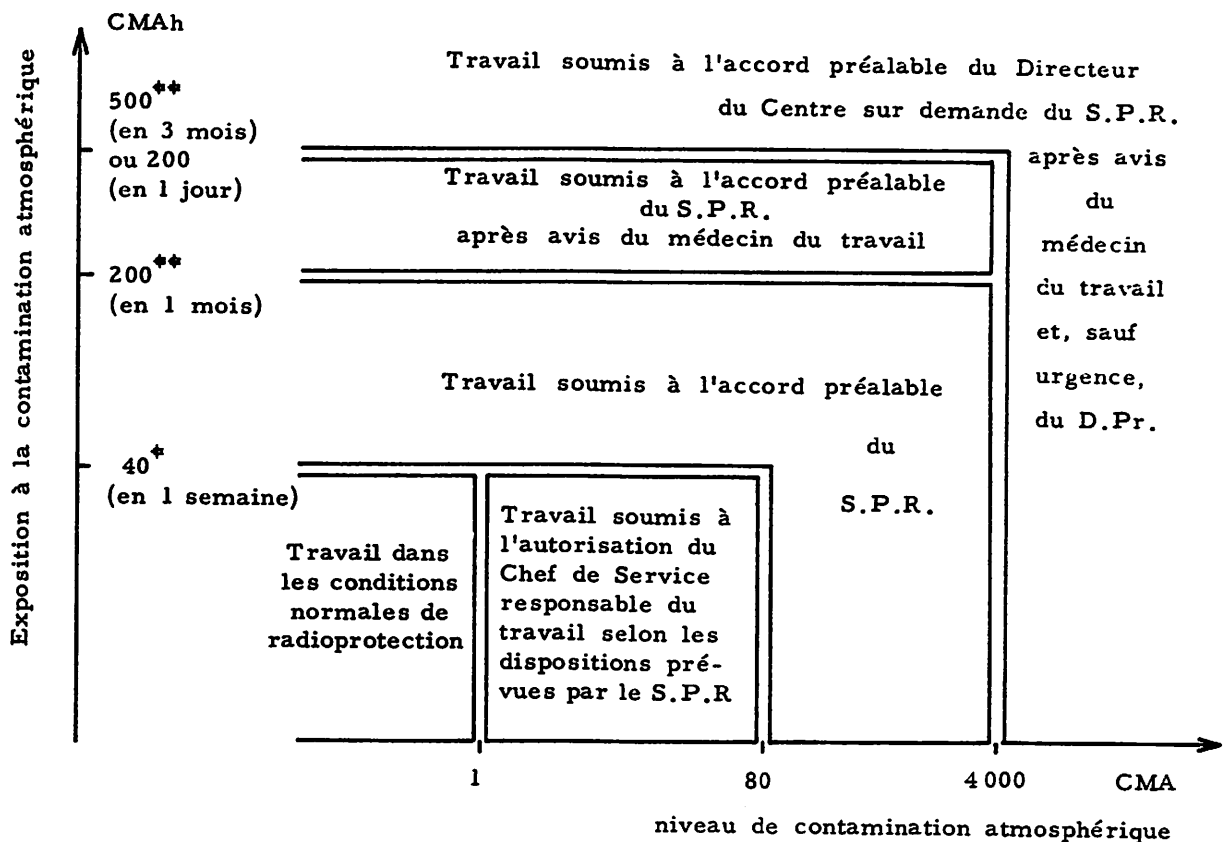
$$\frac{1}{T_{\text{effective}}} = \frac{1}{T_{\text{radioactive}}} + \frac{1}{T_{\text{biologique}}}$$

Les radionucléides à période effective très longue (équilibre effectif non établi après 50 ans) sont :

⁹⁰Sr, ²²⁶Ra, ²²⁷Ac, ²³⁰Th, ²³²Th, ²³¹Pa, ²³⁷Np, ²³⁸ à ²⁴²Pu, ²⁴⁴Pu, ²⁴¹Am, ^{242m}Am, ²⁴³Am, ²⁴³ à ²⁴⁸Cm, ²⁴⁹ à ²⁵¹Cf.

(2) considérée en l'absence de tout moyen de protection individuelle.

La figure suivante regroupe l'ensemble de ces dispositions :



* Exposition hebdomadaire à laquelle serait soumis le personnel en l'absence de tout moyen de protection individuelle.

** Exposition susceptible d'être subie par les agents effectuant le travail, compte tenu de l'efficacité des moyens de protection utilisés.

Figure I-5 - Limites pratiques du niveau de contamination atmosphérique et de l'exposition à la contamination atmosphérique (travailleurs DA)

Nota 1 : L'évaluation du niveau de contamination ne doit être effectuée qu'à partir de moyens et selon les méthodes approuvées par le S.P.R.

L'appréciation du risque tient compte de la nature et de l'activité de chacun des radionucléides contaminants ; en cas de doute, la valeur retenue doit correspondre au nucléide le plus radiotoxique susceptible d'être présent.

Nota 2 : Dans tous les cas, l'exposition totale (irradiation d'origine externe et irradiation d'origine interne) doit demeurer inférieure aux limites maximales admissibles définies en 1.11.

Nota 3 : Dans le cas particulier des composés solubles de l'uranium, en raison de la toxicité chimique de cet élément, il ne faut pas absorber par inhalation plus de 2,5 mg de cet élément en un jour (8 CMAh pour l'uranium naturel) ou par ingestion plus de 150 mg en deux jours.

1.14. Limites pratiques de contamination surfacique

L'exécution de certains travaux donne lieu à la production de poussières qui recouvrent progressivement la surface du sol et des objets. Si les poussières proviennent de matériaux radioactifs ou contaminés, il en résulte une contamination radioactive de surface. L'évaporation d'un liquide radioactif entraîne également une contamination surfacique.

L'existence d'un échange permanent entre la quantité de poussières en suspension dans l'air et la quantité des poussières répandues sur les surfaces entraîne la présence simultanée d'un danger d'irradiation externe et d'un danger de contamination atmosphérique (il existe, en outre, un danger de contamination cutanée par contact avec les matériels contaminés).

L'un ou l'autre de ces dangers peut être prépondérant selon le radionucléide en cause. En conséquence, les limites pratiques de contamination surfacique, définies ci-après, doivent être prises en considération lorsqu'elles sont plus restrictives que les limites maximales admissibles relatives à l'irradiation externe.

1.141. Contamination des locaux

a) Contamination non fixée

Par contamination non fixée, on désigne toute contamination transférable par toucher ou par frottis.

La limite pratique de contamination surfacique des locaux (LPC_L) a été établie en fonction des relations existant entre la contamination atmosphérique et la contamination surfacique.

Des résultats expérimentaux actuellement connus, il résulte que la limite pratique de contamination surfacique des locaux est :

$$1 \text{ } LPC_L = 10^4 \cdot C_a \text{ Ci/m}^2 \quad \text{ou} \quad 1 \text{ } LPC_L = C_a \text{ Ci/cm}^2$$

où C_a est la valeur numérique de la CMA_{air} exprimée en Ci/m^3 .

La limite pratique de contamination surfacique, exprimée en Ci/cm^2 , a la même valeur numérique que la contamination maximale admissible de l'air exprimée en Ci/m^3 .

La contamination surfacique moyenne des locaux de travail doit demeurer inférieure à $1 \text{ } LPC_L$ sur la surface totale du local et à $10 \text{ } LPC_L$ sur une surface de 1 m^2 .

Le niveau de contamination non fixée des locaux de travail et des matériels doit être maintenu aussi bas que possible par un entretien périodique approprié. En cas de contamination accidentelle, même légère, du lieu de travail, la décontamination doit être effectuée dans les plus brefs délais.

Il sera fait obligatoirement appel au concours du S.P.R./I.D.S. pour supprimer toute contamination supérieure aux limites ci-dessus.

b) Contamination fixée

Dans le cas de contamination fixée et si les travaux entrepris ne sont pas de nature à créer une dispersion de cette contamination, les seules limites à respecter sont celles relatives à l'irradiation externe.

Cependant, si les opérations envisagées sont susceptibles de provoquer la formation de poussières par frottement, abrasion ou toute autre action physique ou chimique, il y a lieu de veiller au respect des limites relatives à la contamination atmosphérique et à la contamination surfacique non fixée.

En outre, toute contamination fixée, présentant une activité surfacique moyenne sur 1 m^2 supérieure à $100 \cdot C_a \text{ Ci/cm}^2$, doit faire l'objet d'une décontamination même si les limites relatives à l'irradiation externe sont respectées.

1.142. Contamination des vêtements de travail

La limite pratique de contamination des vêtements de travail a été établie en fonction des possibilités de contamination atmosphérique pouvant en résulter. Cette limite a trait à la contamination globale de chaque vêtement sous réserve que le débit d'équivalent de dose résultant de la contamination des vêtements soit, en tous points de l'organisme, inférieur aux limites maximales admissibles relatives à l'irradiation externe.

Des résultats expérimentaux actuellement connus, il résulte que la limite pratique de contamination d'un vêtement (LPC_V) est :

$$1 \text{ } LPC_V = 10^4 \cdot C_a \text{ Ci}$$

où C_a est la valeur numérique de la CMA_{air} exprimée en Ci/m^3 .

Nota : Si le radionucléide en cause est un émetteur β d'énergie supérieure à 0,3 MeV, il y a, en outre, un danger d'irradiation de la couche basale de la peau. Pour respecter, dans ce cas, les limites relatives à la peau, précisées à la figure I-1, le niveau de contamination des vêtements de travail ne doit pas dépasser 10^{-8} Ci pour toute surface de 10 cm^2 ; de même, pour respecter les limites relatives aux mains, précisées également à la figure I-1, le niveau de contamination des gants ne doit pas dépasser $2 \cdot 10^{-8}$ Ci pour toute surface de 10 cm^2 .

1.143. Contamination cutanée

Les conséquences possibles de la contamination cutanée sont :

- la contamination interne de l'organisme, soit par ingestion, soit par absorption percutanée, soit encore par voie de blessure ;
- l'irradiation de la peau, surtout lorsque les essais de décontamination demeurent inefficaces et que les radionucléides contaminants sont retenus par la peau.

La fixation en profondeur dans la peau ou l'absorption percutanée de radionucléides étant parfois très rapides, il est indispensable de contrôler fréquemment la contamination éventuelle de la peau et de procéder à son élimination dès sa détection ; tout délai rend la décontamination difficile et souvent même impossible.

Le S.P.R. doit être informé de toute contamination résiduelle, même faible, en vue de son élimination complète ; si une contamination persiste, la personne contaminée devra se rendre au Service Médical du Travail.

1.2. LIMITES MAXIMALES ADMISSIBLES POUR LES PERSONNES NON DIRECTEMENT AFFECTEES AUX TRAVAUX SOUS RAYONNEMENTS IONISANTS (voir en 2.122)

1.21. Limites maximales admissibles d'irradiation de l'organisme⁽¹⁾

1.211. Equivalent de dose maximal admissible relatif à l'irradiation de l'organisme entier, des organes hématopofétiques et des gonades (norme de base)

L'équivalent de dose pour une période de 12 mois consécutifs ne doit pas dépasser 1,5 rem.

1.212. Equivalents de dose maximaux admissibles relatifs à l'irradiation segmentaire de l'organisme (norme de base)

Les équivalents de dose maximaux admissibles, pour une période de 12 mois consécutifs, sont égaux au dixième des équivalents de dose maximaux admissibles annuels définis pour les personnes directement affectées aux travaux sous rayonnements ionisants :

Organes	Equivalents de dose maximaux admissibles rems
	12 mois consécutifs
Mains et avant-bras (Pieds et chevilles)	6
Peau, tissus osseux	3
Autres organes et tissus internes	1,5

Figure I-6 - Equivalents de dose maximaux admissibles pour l'irradiation segmentaire de l'organisme (travailleurs NDA)

1.22. Limites pratiques du débit d'équivalent de dose et de l'équivalent de dose pour l'irradiation externe de l'organisme durant les séjours en zone contrôlée

1.221. Irradiation de l'organisme entier

Lorsque le débit d'équivalent de dose ne dépasse pas 2,5 mrem/h et si l'équivalent de dose n'est pas susceptible de dépasser 150 mrem en un mois, le travail est autorisé par le Chef de Service responsable du travail dans la limite de 200 h de travail en un an.

Lorsque le débit d'équivalent de dose est supérieur à 2,5 mrem/h ou lorsque l'équivalent de dose est susceptible de dépasser 150 mrem en un mois, la procédure relative aux avis de travail, définie par le S.P.R., doit être suivie.

Lorsque le débit d'équivalent de dose dépasse 200 mrem/h ou lorsque l'équivalent de dose est susceptible de dépasser 1,5 rem en un an, aucun travail, même à titre exceptionnel, ne peut être autorisé.

(1) Ces limites concernent la somme des équivalents de dose dus à l'irradiation externe et à la contamination interne. Elles ne s'appliquent ni à l'irradiation naturelle, ni à l'irradiation à des fins médicales.

La figure suivante regroupe l'ensemble de ces dispositions :

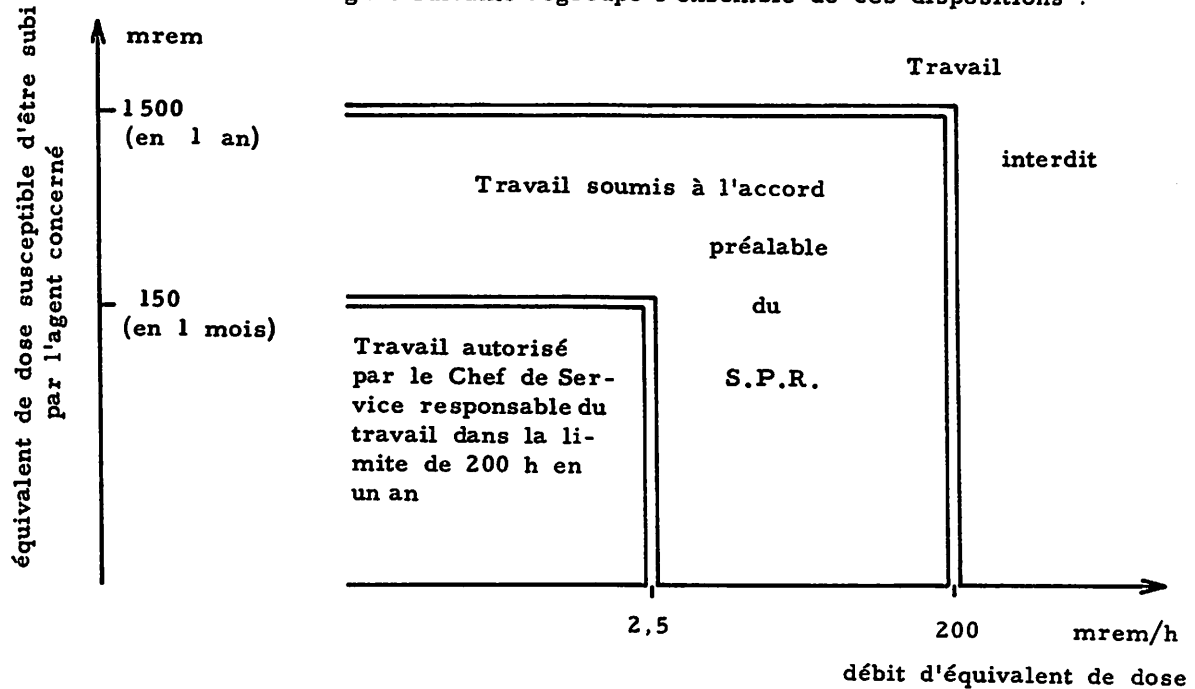


Figure I-7 - Limites pratiques du débit d'équivalent de dose et de l'équivalent de dose pour l'irradiation externe de l'organisme entier (travailleurs NDA séjournant en zone contrôlée)

1.222. Irradiation segmentaire de l'organisme

Les dispositions à appliquer sont définies dans les figures suivantes :

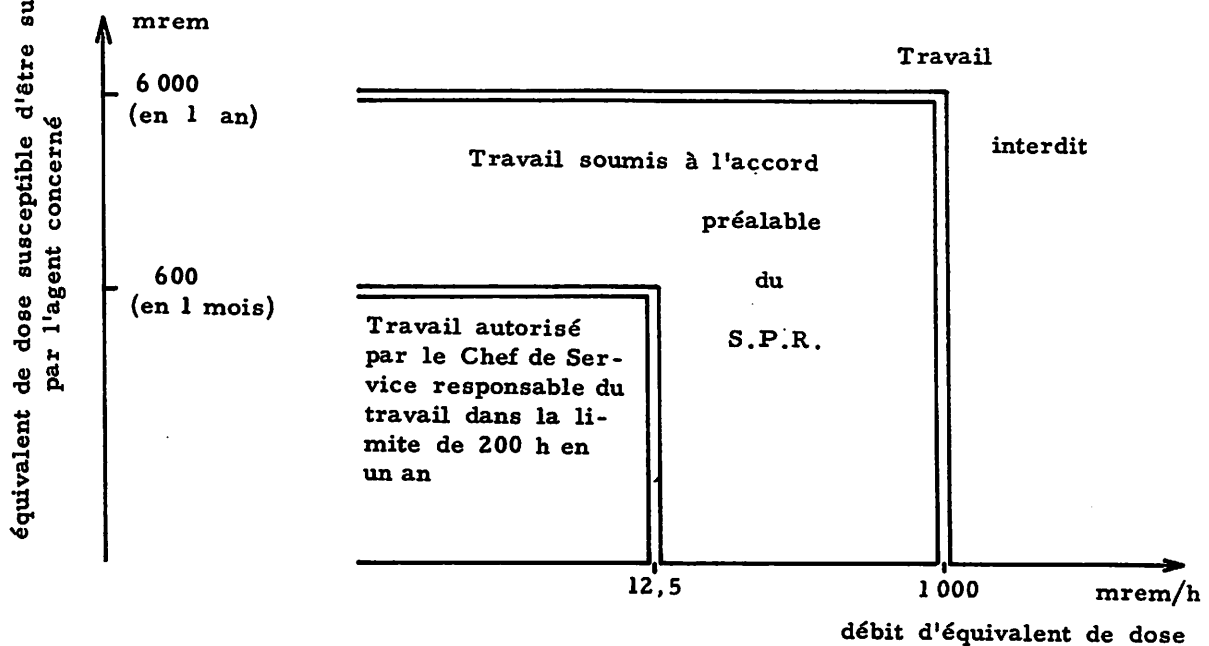


Figure I-8 : Limites pratiques du débit d'équivalent de dose et de l'équivalent de dose pour l'irradiation externe des mains, des avant-bras, des pieds et des chevilles (travailleurs NDA)

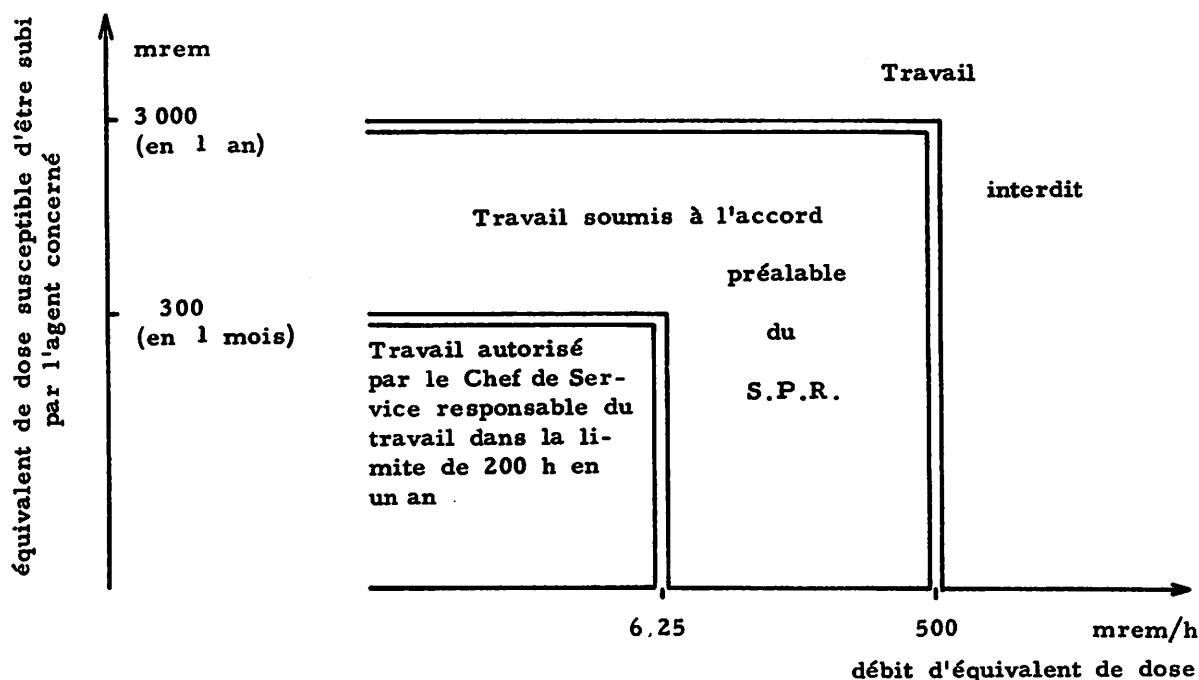


Figure I-9 : Limites pratiques du débit d'équivalent de dose et de l'équivalent de dose pour l'irradiation externe de la peau (sauf mains, avant-bras, pieds, chevilles) (travailleurs NDA)

Nota 1 : L'irradiation localisée de la tête doit satisfaire aux limites relatives à l'organisme entier.

Nota 2 : Par définition de la zone surveillée (voir en 2.112), les personnes présentes ne sont pas susceptibles de recevoir dans cette zone des équivalents de dose supérieurs aux limites maximales admissibles pour les travailleurs non directement affectés aux travaux sous rayonnements.

1.23. Limites maximales admissibles de contamination de l'air

1.231. Limite maximale admissible d'exposition à la contamination de l'air (norme de base)

L'exposition pour une période de 12 mois consécutifs ne doit pas dépasser 200 CMAh.

1.232. Limites pratiques de contamination de l'air durant les séjours en zone contrôlée

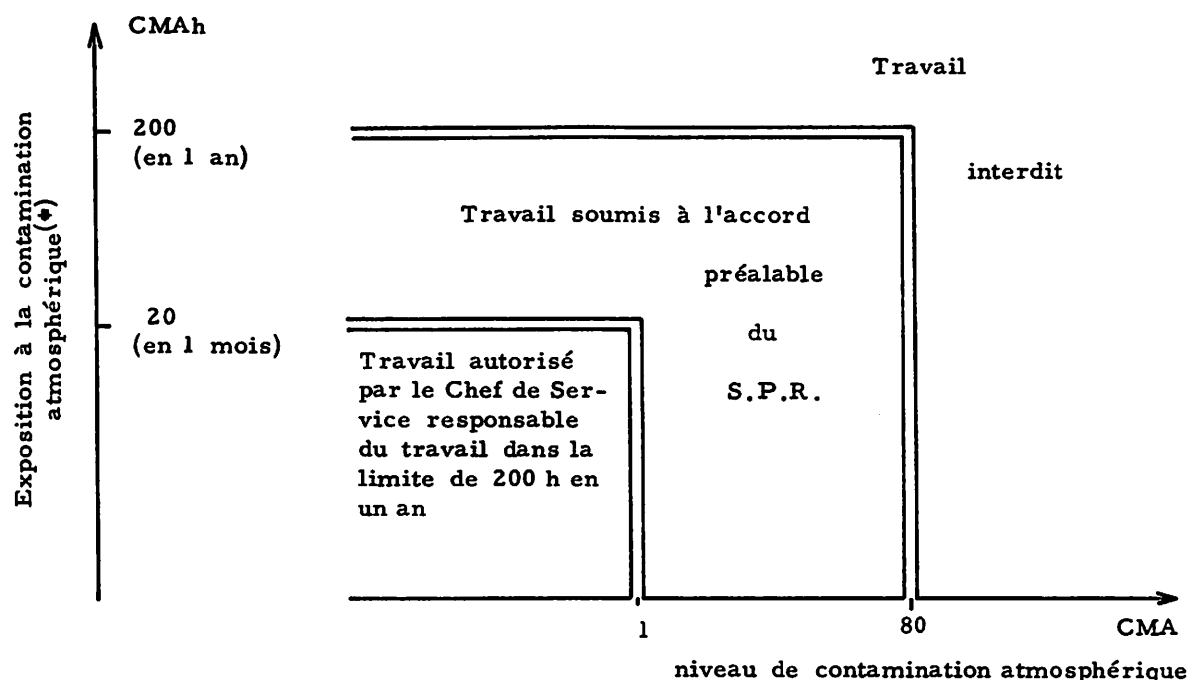
Lorsque le niveau de contamination atmosphérique ne dépasse pas 1 CMA et si l'exposition à la contamination atmosphérique⁽¹⁾ n'est pas susceptible de dépasser 20 CMAh en un mois, le travail est autorisé par le Chef de Service responsable du travail dans la limite de 200 h de travail en un an.

Lorsque le niveau de contamination est supérieur à 1 CMA ou lorsque l'exposition à la contamination atmosphérique⁽¹⁾ est susceptible de dépasser 20 CMAh en un mois, la procédure relative aux avis de travail, définie par le S.P.R., doit être suivie.

Lorsque le niveau de contamination est supérieur à 80 CMA ou lorsque l'exposition effective est susceptible de dépasser 200 CMAh en un an, aucun travail, même à titre exceptionnel, ne peut être autorisé.

(1) considérée en l'absence de tout moyen de protection individuelle.

La figure suivante regroupe l'ensemble de ces dispositions :



(*) exposition à laquelle serait soumis le personnel en l'absence de tout moyen de protection individuelle

Figure I-10 : Limites pratiques du niveau de contamination atmosphérique et de l'exposition à la contamination atmosphérique (travailleurs NDA)

Nota 1 : Par définition de la zone surveillée (voir en 2.112), les personnes présentes ne sont pas susceptibles de recevoir dans cette zone des équivalents de dose supérieurs aux limites maximales admissibles pour les travailleurs non directement affectés aux travaux sous rayonnements.

Nota 2 : Dans tous les cas, l'exposition totale (irradiation d'origine externe et irradiation d'origine interne) doit demeurer inférieure aux limites maximales admissibles définies en 1.21.

1.24. Limites pratiques de contamination surfacique en zone surveillée

Les limites pratiques de contamination, définies en 1.141 et 1.142, relatives à la contamination des locaux et à la contamination des vêtements doivent être divisées par 10.

Les dispositions, définies en 1.143, relatives à la contamination cutanée, restent inchangées.

1.3. LIMITES MAXIMALES ADMISSIBLES POUR LES PERSONNES NON AFFECTEES AUX TRAVAUX SOUS RAYONNEMENTS IONISANTS (voir en 2.123)

Par définition de la zone protégée (voir en 2.113), les travailleurs non affectés aux travaux sous rayonnements ne sont pas exposés du fait de leur propre travail ; ils peuvent cependant être exposés à une irradiation ayant son origine en zone surveillée ou en zone contrôlée.

1.31. Limite maximale admissible d'irradiation de l'organisme entier⁽¹⁾ (norme de base)

L'équivalent de dose maximal admissible, pour une période de 12 mois consécutifs, ne doit pas dépasser 0,5 rem.

1.32. Limite maximale admissible d'irradiation segmentaire de l'organisme (norme de base)

Les équivalents de dose maximaux admissibles, pour une période de 12 mois consécutifs, sont égaux aux équivalents de dose maximaux admissibles définis en 1.212.

1.33. Limite maximale admissible d'exposition à la contamination de l'air (norme de base)

L'exposition, pour une période de 12 mois consécutifs, ne doit pas dépasser 200 CMAh.

(1) Ces limites concernent la somme des équivalents de dose dus à l'irradiation externe et à la contamination interne. Elles ne s'appliquent ni à l'irradiation naturelle, ni à l'irradiation à des fins médicales.

SOMMAIRE

CHAPITRE II

ZONES DE TRAVAIL ET CATEGORIES DE TRAVAILLEURS - DISPOSITIONS ASSOCIEES -

2.1. DEFINITION DES ZONES DE TRAVAIL ET DES CATEGORIES DE TRAVAILLEURS

2.11. Définition des zones de travail

2.111. Zone contrôlée

2.112. Zone surveillée

2.113. Zone non réglementée

2.12. Définition des catégories de travailleurs

2.121. Personnes directement affectées aux travaux sous rayonnements

2.122. Personnes non directement affectées aux travaux sous rayonnements

2.123. Personnes non affectées aux travaux sous rayonnements

2.2. DISPOSITIONS RELATIVES A LA ZONE CONTROLEE

2.21. Subdivision de la zone contrôlée

2.22. Signalisation utilisée en zone contrôlée

2.221. Panneaux de signalisation

2.222. Bandes de balisage

2.23. Prescriptions concernant l'accès et le séjour en zone contrôlée

2.231. Information des travailleurs

2.232. Autorisation d'accès et de séjour pour le personnel C.E.A.

2.233. Autorisation d'accès et de séjour pour le personnel des entreprises extérieures

2.3. DISPOSITIONS RELATIVES A LA ZONE SURVEILLEE

2.31. Dispositions en vue de la protection contre l'irradiation externe des personnes

2.311. Dispositions concernant l'utilisation de générateurs électriques de rayonnements ionisants

2.312. Dispositions concernant l'utilisation de sources scellées sous forme spéciale

2.313. Dispositions concernant l'utilisation des sources autres que les sources sous forme spéciale

2.32. Dispositions en vue de la protection contre la contamination radioactive

2.321. Dispositions relatives à l'activité massique

2.322. Dispositions relatives à la limitation de l'activité présente dans les laboratoires

2.4. DISPOSITIONS MEDICALES RELATIVES A LA CATEGORIE DES PERSONNES DIRECTEMENT AFFECTEES AUX TRAVAUX SOUS RAYONNEMENTS

2.41. Formalités administratives

2.411. Demande d'autorisation d'affectation à des travaux en zone contrôlée

2.412. Avis de cessation de travail habituel en zone contrôlée

../..

2.42. Aptitude médicale aux travaux sous rayonnements

2.421. Contrôle de l'aptitude aux travaux sous rayonnements

2.422. Cas particulier des personnes non surveillées par le Service Médical du Travail

2.423. Personnes exclues de travaux sous rayonnements

2.5. DISPOSITIONS CONCERNANT L'INTERVENTION DES PERSONNES EN CAS D'ACCIDENT NUCLEAIRE GRAVE

CHAPITRE II

ZONES DE TRAVAIL ET CATEGORIES DE TRAVAILLEURS

- DISPOSITIONS ASSOCIEES -

2.1. DEFINITION DES ZONES DE TRAVAIL ET DES CATEGORIES DE TRAVAILLEURS

2.11. Définition des zones de travail2.111. Zone contrôlée

Toute zone dans laquelle les personnes sont susceptibles de recevoir des équivalents de dose supérieurs aux équivalents de dose maximaux admissibles définis pour les personnes non directement affectées aux travaux sous rayonnements (cf. 1.211, 1.212 et 1.23) est dite "zone contrôlée".

2.112. Zone surveillée

Toute zone dans laquelle les personnes ne sont pas susceptibles de recevoir des équivalents de dose supérieurs aux équivalents de dose maximaux admissibles fixés pour les personnes non directement affectées aux travaux sous rayonnements est dite "zone surveillée".

2.113. Zone non réglementée

Toute zone dans laquelle il ne doit exister aucune source, ni aucun générateur de rayonnements est dite "zone non réglementée".

Une zone non réglementée ne peut être constituée que par un bâtiment entier ou par un corps de bâtiment ayant ses accès propres.

2.12. Définition des catégories de travailleurs

Le personnel du Centre est classé en trois catégories en fonction des risques associés au lieu de travail et à la nature des travaux exécutés.

2.121. Personnes directement affectées aux travaux sous rayonnements

Les personnes qui travaillent plus de deux cents heures par an en zone contrôlée ou qui participent à des travaux susceptibles de provoquer un dépassement des équivalents de dose maximaux admissibles pour les personnes non directement affectées aux travaux sous rayonnements sont "directement affectées aux travaux sous rayonnements" (DA).

2.122. Personnes non directement affectées aux travaux sous rayonnements

Les personnes qui travaillent habituellement en zone surveillée ou qui travaillent moins de deux cents heures par an en zone contrôlée et qui ne sont pas susceptibles d'y recevoir des équivalents de dose supérieurs aux équivalents de dose maximaux admissibles définis pour les personnes non directement affectées aux travaux sous rayonnements sont "non directement affectées aux travaux sous rayonnements" (NDA).

2.123. Personnes non affectées aux travaux sous rayonnements

Les personnes qui travaillent habituellement en zone non réglementée sont "non affectées aux travaux sous rayonnements" (NA).

2.2. DISPOSITIONS RELATIVES A LA ZONE CONTROLEE

2.21. Subdivision de la zone contrôlée

On distingue dans la zone contrôlée, en fonction des niveaux d'irradiation externe ou de contamination atmosphérique susceptibles d'être atteints, les zones indiquées dans les figures ci-dessous :

a) pour l'irradiation externe

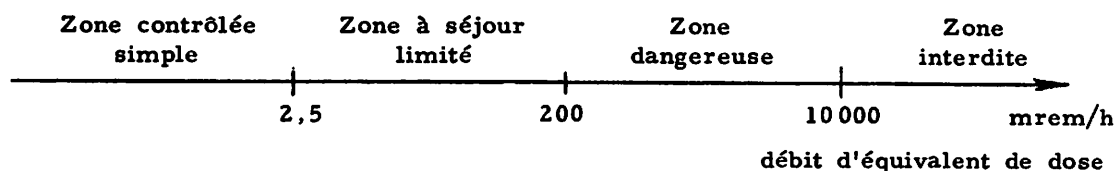


Figure 2.1. - Délimitation des zones à l'intérieur de la zone contrôlée en fonction du niveau possible de l'irradiation externe

b) pour la contamination atmosphérique

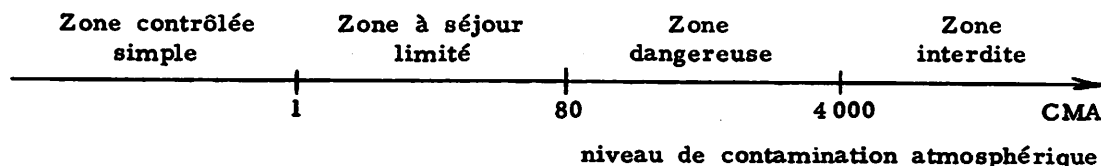


Figure 2.2. - Délimitation des zones à l'intérieur de la zone contrôlée en fonction du niveau possible de la contamination atmosphérique

Les limites de la zone contrôlée et de ses subdivisions sont définies par le S.P.R. qui doit s'assurer qu'elles sont convenablement balisées et prescrire, s'il y a lieu, les modifications nécessaires.

2.22. Signalisation utilisée en zone contrôlée

Des panneaux de signalisation et des bandes colorées permettent d'identifier les points d'accès et les limites de la zone contrôlée et de ses subdivisions.

Des signaux lumineux et sonores sont utilisés pour préciser le niveau d'irradiation ou de contamination existant dans ces zones et pour signaler les modifications éventuelles.

2.221. Panneaux de signalisation

Les panneaux de signalisation sont obligatoirement utilisés pour l'identification des accès.

a) Panneau d'accès en zone contrôlée

Les accès à la zone contrôlée sont indiqués par un panneau comportant un trèfle de couleur verte sur fond blanc et les mentions "zone contrôlée" "accès réglementé".

b) Panneaux relatifs à la zone à séjour limité

Les accès à la zone à séjour limité sont indiqués par des panneaux comportant un trèfle de couleur jaune orangé avec les mentions "zone à séjour limité" "accès interdit sans motif de service".

Eventuellement, suivant les dispositions prévues dans les consignes particulières relatives à l'installation concernée, ce panneau peut, en outre, porter la mention "accès interdit sans l'accord du S.P.R."

c) Panneaux relatifs à la zone dangereuse

Les accès à la zone dangereuse sont indiqués par des panneaux comportant un trèfle de couleur rouge avec les mentions "zone dangereuse" "accès interdit sans l'accord du S.P.R."

d) Panneau relatif à la zone interdite

Les accès à la zone interdite sont indiqués par un panneau comportant un trèfle de couleur rouge surchargé par une tête de mort noire et les mentions "zone interdite" "danger de mort".

Toutes dispositions matérielles doivent être prises pour rendre impossible l'accès à toute zone interdite pendant le fonctionnement de l'installation et tant que le risque d'irradiation ou de contamination radioactive demeure.

Nota : D'une façon générale, les panneaux de signalisation, définis ci-dessus en b, c et d, doivent respecter les délimitations précisées dans les figures 2.1. et 2.2.

Dans ce but :

- des panneaux lumineux peuvent être utilisés s'il existe des détecteurs fixes des niveaux de rayonnement commandant le fonctionnement de ces panneaux,
- des panneaux lumineux doivent être utilisés, en l'absence de détecteurs fixes des niveaux de rayonnement, s'il s'agit d'une installation pour laquelle il n'existe aucun rayonnement résiduel à l'arrêt ; dans ce cas, celle-ci ne doit pouvoir fonctionner que si la signalisation lumineuse est effective.
- les panneaux lumineux doivent utiliser le trèfle de couleur et de pulsation lumineuse appropriées au niveau de rayonnement conformément à la figure 2.3.

2.222. Bandes de balisage

a) Bande jaune orangé

Ce balisage précise la limite de séparation entre la zone contrôlée simple et la zone à séjour limité.

b) Bande rouge

Ce balisage précise la limite de séparation entre la zone à séjour limité et la zone dangereuse.

2.223. Signaux lumineux et sonores

Lorsque les niveaux d'irradiation externe ou de contamination atmosphérique existant dans l'installation sont indiqués par des signaux lumineux ou sonores, les limites de fonctionnement de ces signalisations sont précisées dans le tableau 2.3. ci-après.

Le franchissement d'une limite, par augmentation ou par diminution du niveau d'irradiation ou de contamination, entraîne un nouvel état de la signalisation lumineuse. En outre, lors de ce franchissement, une signalisation sonore correspondant à ce nouvel état est également déclenchée, excepté lors du franchissement par diminution du niveau d'irradiation ou de contamination de la limite 2,5 mrem/h ou 1 CMA ; cette signalisation sonore est généralement temporisée.

2.23. Prescriptions concernant l'accès et le séjour en zone contrôlée

2.231. Information des travailleurs

- a) Tout travailleur affecté à la zone contrôlée ou appelé à y pénétrer occasionnellement doit recevoir la "Notice d'information concernant les travaux sous rayonnements ionisants" dont la remise donne lieu à émargement de l'intéressé.
- b) Tout travailleur directement affecté aux travaux sous rayonnements doit recevoir personnellement un exemplaire des présentes "Consignes générales de radioprotection" ainsi qu'un exemplaire des "Consignes particulières de radioprotection" concernant l'installation dans laquelle il est affecté.
- c) Les documents ci-dessus doivent être commentés dans les services concernés avec le concours du S.P.R.

2.232. Autorisation d'accès et de séjour pour le personnel C.E.A.

Les prescriptions relatives aux autorisations d'accès et de séjour en zone contrôlée pour les diverses catégories de travailleurs sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Nature de la zone Catégorie de personnel	Zone contrôlée simple	Zone à séjour limité	Zone dangereuse	Zone interdite
personnel DA	Séjour autorisé	Séjour autorisé par le Chef de Service selon les dispositions prévues par le SPR	Séjour autorisé par le SPR sur demande d'avis de travail*	Accès interdit**
personnel NDA	Séjour autorisé par le Chef de Service dans la limite de 200 h en un an	Séjour autorisé par le SPR sur demande d'avis de travail*	Accès interdit**	
personnes DA ou NDA exclues de certains travaux sous rayonnements	Séjour autorisé sous certaines conditions***	Accès interdit		
personnel NA et personnes exclues de tous travaux sous rayonnements	Accès interdit			

* La procédure des demandes d'avis de travail est définie par le S.P.R.

** L'accès peut être autorisé en cas d'impérieuse nécessité par le Directeur du CEN-S, après avis du S.P.R. et du Médecin du travail.

*** L'autorisation doit être donnée à titre individuel ; les conditions de travail ne doivent pas être susceptibles d'entraîner un dépassement des équivalents de dose fixés par le Service Médical du Travail, dans chaque cas.

Figure 2.4. - Autorisation d'accès et de séjour en zone contrôlée en fonction de la classification du personnel

2.233. Autorisation d'accès et de séjour pour le personnel des entreprises extérieures

Le personnel des entreprises extérieures classé DA, sous réserve de la validité des dispositions médicales⁽¹⁾ le concernant, ainsi que le personnel NDA, NA ou faisant l'objet d'exclusion partielle ou totale de travaux sous rayonnements, doit respecter les prescriptions du paragraphe 2.232.

En outre, tous les travaux exécutés en zone contrôlée auxquels participe du personnel appartenant à une entreprise extérieure doivent faire l'objet d'une autorisation de travail délivrée par l'autorité locale responsable du travail et comportant la liste de ce personnel et l'avis éventuel du S.P.R. ; toutefois, cette disposition ne s'applique pas au personnel DA affecté à plein temps à l'installation.

Cette autorisation ne peut être délivrée pour une durée supérieure à un mois.

Si le personnel n'a pas subi de contrôle médical d'aptitude ou si les dispositions médicales le concernant sont périmées⁽¹⁾, il peut être employé dans les mêmes conditions que le personnel NDA.

Toutes les personnes concernées par l'autorisation de travail doivent obligatoirement être munies d'un stylodosimètre à lecture directe dont le résultat de la lecture sera communiqué à l'agent du S.P.R. et sera reporté sur l'autorisation de travail à la fin des travaux.

2.3. DISPOSITIONS RELATIVES A LA ZONE SURVEILLÉE

Les personnes présentes en zone surveillée ne doivent pas être susceptibles de dépasser les limites maximales admissibles définies en 1.21. pour les travailleurs non directement affectés aux travaux sous rayonnements. En conséquence, les dispositions définies ci-dessous en 2.31. et 2.32. doivent être simultanément respectées sauf dispositions particulières établies par avis de travail du S.P.R.

2.31. Dispositions en vue de la protection contre l'irradiation externe des personnes

2.311. Dispositions concernant l'utilisation de générateurs électriques de rayonnements ionisants placés sous enceintes de protection inaccessibles aux personnes

Les enceintes de protection où sont utilisés des générateurs de rayonnements doivent comporter :

- a) une épaisseur de protection telle que le débit d'équivalent de dose, en tout point à l'extérieur de l'enceinte, ne puisse pas dépasser 0,25 mrem/h ;
- b) des dispositifs de sécurité rendant matériellement impossible toute irradiation accidentelle, même segmentaire, de l'organisme (tous les dispositifs de contrôle ou de réglage des conditions d'utilisation, nécessitant la présence du rayonnement, doivent impérativement être commandés depuis l'extérieur de l'enceinte de protection) ;
- c) une signalisation lumineuse de fonctionnement établie de sorte que le générateur de rayonnement ne fonctionne que lorsque cette signalisation lumineuse est effective.

(1) Les personnes classées DA, dont l'attestation de contrôle médical date de plus de 6 mois, seront considérées comme des personnes non classées et soumises aux dispositions correspondantes jusqu'à régularisation de leur situation.

2.312. Dispositions concernant l'utilisation de sources scellées sous forme spéciale placées sous enceintes de protection inaccessibles aux personnes

Les sources scellées contenues dans une capsule répondant aux spécifications d'étanchéité établies pour la "forme spéciale" (critères de résistance : au choc, à la percussion, à une température de 800 °C pendant dix minutes) sont utilisables sans limite d'activité en zone surveillée, sous réserve que l'enceinte de protection, en vue du stockage ou de l'utilisation de la source, comporte :

- a) une épaisseur de protection telle que le débit d'équivalent de dose ne puisse pas dépasser :
 - 0,25 mrem/h en tout point à l'extérieur de l'enceinte lorsque les sources sont en position de stockage ou d'utilisation ;
 - 0,75 mrem/h en tout point à l'extérieur de l'enceinte, quelle que soit la position des sources, lors des opérations de transfert ;
- b) des dispositifs de sécurité rendant matériellement impossible toute irradiation, même segmentaire, de l'organisme lorsque les sources sont en position d'utilisation ;
- c) des dispositifs de sécurité rendant impossible tout transfert des sources de la position de stockage vers la position d'utilisation en cas d'ouverture de l'enceinte d'utilisation de la source ;
- d) des dispositifs de transfert établis de manière que les sources puissent toujours être replacées en position de stockage en cas de panne du dispositif normal de transfert ou en cas d'arrêt d'alimentation en énergie.

Nota 1 : Tout remplacement de source ainsi que toute intervention sur les dispositifs de sécurité, cités ci-dessus en 2.311. et 2.312., ne peuvent avoir lieu qu'en application de dispositions établies en accord avec le S.P.R.

Nota 2 : Tout local contenant un générateur de rayonnement ou une source scellée sous forme spéciale, non placé sous une enceinte de protection respectant les dispositions précisées en 2.311. et 2.312., est obligatoirement une zone contrôlée.

2.313. Dispositions concernant l'utilisation des sources autres que les sources sous forme spéciale

Sous réserve des prescriptions relatives à la contamination radioactive, définies ci-dessous en 2.32., ces sources peuvent être introduites et utilisées en zone surveillée dans les conditions suivantes :

- a) la manipulation éventuelle d'une source doit toujours être effectuée à l'aide de pinces ou de tout autre dispositif de manipulation assurant une distance d'au moins 10 cm entre les mains de l'opérateur et la source ;
- b) le débit d'équivalent de dose, sous 300 mg/cm^2 et mesuré à 30 cm de la source, ne doit pas dépasser 0,25 mrem/h ;
- c) s'il y a exposition des mains, le débit d'équivalent de dose, sous 7 mg/cm^2 et mesuré à 10 cm de la source, ne doit pas dépasser 1 mrem/h.

2.32. Dispositions en vue de la protection contre la contamination radioactive

Ces dispositions s'appliquent à toutes les sources à l'exception des sources sous forme spéciale.

2.321. Dispositions relatives à l'activité massique

Les quantités de substances radioactives pouvant être introduites dans chaque laboratoire de la zone surveillée ne sont pas limitées lorsque

l'activité massique de ces substances est toujours inférieure à $10^4 \cdot C_a^{(1)}$ curies par kilogramme et lorsque les traitements physiques et chimiques effectués ne sont susceptibles de libérer :

- ni des produits gazeux radioactifs,
- ni des produits solides ou liquides dont l'activité serait supérieure à cette limite.

2.322. Dispositions relatives à la limitation de l'activité présente dans les laboratoires

Lorsque l'activité massique est supérieure à $10^4 \cdot C_a^{(1)}$ curies par kilogramme, l'activité des radionucléides présents dans le laboratoire doit être limitée à $10^4 \cdot C_a^{(1)}$ curies.

2.4. DISPOSITIONS MEDICALES RELATIVES A LA CATEGORIE DES PERSONNES DIRECTEMENT AFFECTEES AUX TRAVAUX SOUS RAYONNEMENTS

2.41. Formalités administratives

2.411. Demande d'autorisation d'affectation à des travaux en zone contrôlée

Toute personne qui, en raison du travail prévu, est à classer dans la catégorie des travailleurs directement affectés aux travaux sous rayonnements (voir paragraphe 2.121.), doit faire l'objet de la part du service concerné d'une "Demande d'autorisation d'affectation à des travaux en zone contrôlée" adressée au S.M.T.

2.412. Avis de cessation de travail habituel en zone contrôlée

Toute personne qui, par suite d'un changement de travail, n'est plus à considérer comme travailleur directement affecté aux travaux sous rayonnements, doit faire l'objet de la part du service concerné d'un "Avis de cessation de travail habituel en zone contrôlée" adressé au S.M.T.

2.42. Aptitude médicale aux travaux sous rayonnements

2.421. Contrôle de l'aptitude aux travaux sous rayonnements

L'aptitude aux travaux sous rayonnements est contrôlée par le Médecin du travail lors de la visite d'embauche, des visites périodiques semestrielles et des visites motivées par des circonstances médicales nouvelles ou pour une modification des conditions de travail.

Les personnes aptes aux travaux sous rayonnements doivent recevoir une notification individuelle d'affectation à la catégorie des "travailleurs directement affectés aux travaux sous rayonnements" (DA).

Aucune personne ne peut être maintenue dans la catégorie des travailleurs directement affectés aux travaux sous rayonnements si son aptitude à ces travaux n'a pas fait l'objet d'un contrôle médical depuis moins de six mois.

2.422. Cas particulier des personnes non surveillées par le Service Médical du Travail

Les conditions d'accès et d'emploi, définies précédemment, s'appliquent intégralement aux personnes appartenant à des entreprises extérieures travaillant sur le site.

Pour ces personnes, l'aptitude médicale aux travaux sous rayonne-

(1) C_a représente la valeur numérique de la CMA_{air} exprimée en Ci/m^3 .

ments ionisants est contrôlée par le service médical habilité au contrôle de ce personnel.

Le Chef de service concerné est responsable de l'accès et de l'emploi de ces personnes dans les installations.

2.423. Personnes exclues de travaux sous rayonnements

Par décision du Médecin du travail, certaines personnes peuvent, du fait de leur état physique ou d'irradiations subies antérieurement, être exclues de travaux sous rayonnements. Cette exclusion peut, dans certains cas, être partielle ou ne s'appliquer qu'à la contamination radioactive.

Cette décision, notifiée individuellement, a un caractère impératif.

Les personnes âgées de moins de 18 ans ainsi que les femmes enceintes sont considérées comme exclues des travaux sous rayonnements. Toute femme enceinte, dès qu'elle a connaissance de son état, est tenue d'en informer le Médecin du travail.

Les équivalents de dose pour les personnes totalement exclues des travaux sous rayonnements doivent demeurer inférieurs aux limites définies en 1.3. pour les personnes non affectées aux travaux sous rayonnements.

2.5. DISPOSITIONS CONCERNANT L'INTERVENTION DES PERSONNES EN CAS D'ACCIDENT NUCLEAIRE GRAVE

En cas d'accident nucléaire grave, des interventions d'urgence, susceptibles d'entraîner des expositions supérieures aux limites fixées par la réglementation, peuvent se justifier lorsqu'il s'agit de :

- . porter assistance à des personnes en danger,
- . prévenir l'exposition d'un grand nombre de personnes,
- . sauver une installation de valeur.

De telles interventions ne peuvent être effectuées que par des personnes volontaires.

juillet 1974

CONSIGNES GENERALES DE RADIOPROTECTION

ANNEXE I

CONCENTRATIONS MAXIMALES ADMISSIBLES DES RADIONUCLEIDES
DANS L'EAU ET DANS L'AIR

CONCENTRATIONS MAXIMALES ADMISSIBLES DES RADIONUCLÉIDES
DANS L'EAU ET DANS L'AIR

(Réf : JORF, décret 67-228 du 15 mars 1967)

Tableau 1 : Concentrations maximales admissibles des radionucléides dans l'eau et dans l'air.
Classement des radionucléides par ordre alphabétique.

Tableau 2 : Concentrations maximales admissibles des radionucléides dans l'eau.
Classement des radionucléides par ordre décroissant de radio-toxicité.

Tableau 3 : Concentrations maximales admissibles des radionucléides dans l'air.
Classement des radionucléides par ordre décroissant de radio-toxicité.

Nota 1 : La notion de CMA et ses limites de validité sont définies en 1.13.

Nota 2 : Pour chaque radionucléide, les CMA indiquées tiennent compte de l'énergie des rayonnements émis par les produits de filiation formés à partir du moment de l'absorption par l'organisme.
Si, au moment de l'absorption par l'organisme, ces produits de filiation sont présents, il y a lieu d'en tenir compte comme dans le cas d'un mélange de radionucléides.

TABLEAU 1

**CONCENTRATIONS MAXIMALES ADMISSIBLES DES RADIONUCLÉIDES
DANS L'EAU ET DANS L'AIR**

Classement des radionucléides par ordre alphabétique

N° de la colonne	Nature des renseignements					
1	Elément, numéro atomique et symbole chimique.					
2	Nombre de masse du radionucléide (* pour isomère). Nature des rayonnements émis dans plus de 1 % des désintégrations : A pour alpha. B pour bêta ; (IE) après B indique que le radionucléide est émetteur β d'énergie supérieure à 0,3 MeV pour plus de 1 % des désintégrations et est donc susceptible de produire une irradiation externe de la peau en cas de contamination surfacique de celle-ci ou des vêtements (voir paragraphe 1.142 - nota - du chapitre I). G pour gamma. CE pour capture électronique. CI pour conversion interne.					
3	Période radioactive en jours.					
4	CMA-eau (* pour l'élément sous forme insoluble) exprimée en curie par mètre cube <u>pour une exposition concernant les personnes du public.</u>					
5	CMA-air (* pour l'élément sous forme insoluble) exprimée en curie par mètre cube <u>pour une exposition de 40 heures par semaine concernant les personnes directement affectées aux travaux sous rayonnements.</u>					
6	Groupe de radiotoxicité (Annexe II du décret 67-228 du 15 mars 1967) : <table border="0"> <tr> <td>I pour groupe I</td><td rowspan="4">↓ radiotoxicité décroissante</td></tr> <tr> <td>II-A pour groupe II-A</td></tr> <tr> <td>II-B pour groupe II-B</td></tr> <tr> <td>III pour groupe III</td></tr> </table> Le groupe de radiotoxicité tient compte à la fois de la valeur de la CMA et de l'activité massique du radionucléide ; il indique très grossièrement une gradation dans le niveau de contamination possible en cas d'accident.	I pour groupe I	↓ radiotoxicité décroissante	II-A pour groupe II-A	II-B pour groupe II-B	III pour groupe III
I pour groupe I	↓ radiotoxicité décroissante					
II-A pour groupe II-A						
II-B pour groupe II-B						
III pour groupe III						
7	Observations.					

1	2	3	4 (EAU)	5 (AIR)	6	7	
* ACTINIUM 89 AC	227	7,9.10+3	2.10-6	2,4.10-12	I		
	A B- G CI		* 3.10-4	* 2,7.10-11			
	228	2,6.10-1	9.10-5	9,0.10- 8	II-A		
	B-(IE) G CI		* 9.10-5	* 1,8.10- 8			
* AMERICIUM 95 AM	241	1,6.10+5	4.10-6	6,0.10-12	I		
	A G CI		* 3.10-5	* 1,2.10-10			
	242*	6,7.10-1	4.10-6	6,0.10-12	I		
	A G CI		* 9.10-5	* 2,7.10-10			
	242	5,5.10+4	1.10-4	3,0.10- 8	II-A		
	B-(IE) G CI		* 1.10-4	* 6,0.10- 8			
* ARGENT 47 AG	243	2,9.10+6	4.10-6	6,0.10-12	I		
	A G CI		* 3.10-5	* 1,2.10-10			
	244	4,2.10-1	5.10-3	3,0.10- 6	II-B		
	B-(IE) CI		* 5.10-3	* 2,4.10- 5			
* ANTIMOINE 51 SB	122	2,8	3.10-5	1,8.10- 7	II-B		
	B+ B-(IE) G CE		* 3.10-5	* 1,5.10- 7			
	124	6.10+1	2.10-5	1,5.10- 7	II-A		
	B-(IE) G CI		* 2.10-5	* 2,1.10- 8			
* ARGENT 47 AG	125	1.10+3	1.10-4	6,0.10- 7	II-A		
	B-(IE) G CI		* 1.10-4	* 2,7.10- 8			
	105	4.10+1	1.10-4	6,0.10- 7	II-B		
	G CI CE		* 1.10-4	* 9,0.10- 8			
* ARGON 18 A	110*	2,5.10+2	3.10-5	2,1.10- 7	II-A		
	B-(IE) G CI		* 3.10-5	* 9,0.10- 9			
	111	7,5	4.10-5	3,0.10- 7	II-B		
	B-(IE) G CI		* 4.10-5	* 2,4.10- 7			
* ARGON 18 A	37	3,5.10+1			III	(1)	
	CE						
	41	7,6.10-2			II-B	(1)	
	B-(IE) G						
* ARSENIC 33 AS	73	8.10+1	5.10-4	2,1.10- 6	II-B		
	CE G CI		* 5.10-4	* 3,0.10- 7			
	74	1,8.10+1	5.10-5	3,0.10- 7	II-B		
	B-(IE) B+(IE) G CE		* 5.10-5	* 1,2.10- 7			
	76	1,1	2.10-5	1,2.10- 7	II-B		
	B-(IE) G		* 2.10-5	* 9,0.10- 8			
* ASTATE 85 AT	77	1,6	8.10-5	6,0.10- 7	II-B		
	B-(IE) G		* 8.10-5	* 3,0.10- 7			
	211	3.10-1	1.10-6	3,0.10- 9	II-A		
	A CE		* 7.10-5	* 3,0.10- 8			
* BARYUM 56 BA	131	1,2.10+1	2.10-4	1,2.10- 6	II-B		
	CE G CI		* 2.10-4	* 3,0.10- 7			
	140	1,3.10+1	3.10-5	1,2.10- 7	II-A		
	B-(IE) G CI		* 2.10-5	* 3,0.10- 8			
* REPKELIUM 97 BK	249	3,1.10+2	6.10-4	9,0.10-10	II-A		
	B- A		* 6.10-4	* 1,2.10- 7			
	250	1,3.10-1	2.10-4	1,5.10- 7	II-B		
	B-(IE) G CI		* 2.10-4	* 1,2.10- 6			
* BEPYLLIUM 4 RE	7	5,3.10+1	2.10-3	6,0.10- 6	II-B		
	G CE		* 2.10-3	* 1,2.10- 6			

(1) L'argon n'entrant pas en combinaison avec les constituants de l'organisme et l'irradiation due à l'activité présente dans la cavité pulmonaire étant négligeable devant l'irradiation externe due à l'activité présente dans l'environnement, le risque est, dans ce cas, uniquement un risque d'irradiation externe. Cette irradiation externe doit être mesurée à l'aide d'appareils habituellement utilisés dans ce but.

15 MARS 1973

T-1.2

1		2		3		4 (EAU)		5 (AIR)		6		7	
BISMUTH		206		6,2		4.10-5		1,8.10- 7		II-B			
83	BI	CE G CI				* 4.10-5		* 1,5.10- 7					
		207		1,1.10+4		6.10-5		1,8.10- 7		II-A			
		CE G				* 6.10-5		* 1,5.10- 8					
		210		1,1.10+9		4.10-5		6,0.10- 9		II-A			
		B-(IE) A G				* 4.10-5		* 6,0.10- 9					
		212		4,2.10-2		4.10-4		9,0.10- 8		II-B			
		A B-(IE) CI				* 4.10-4		* 2,1.10- 7					

BROME		82		1,5		3.10-4		1,2.10- 6		II-B			
35	BR	B-(IE) G				* 4.10-5		* 1,8.10- 7					

CADMIUM		109		4,5.10+2		2.10-4		6,0.10- 8		II-B			
48	CD	CE				* 2.10-4		* 9,0.10- 8					
		115*		4,3.10+1		3.10-5		3,0.10- 8		II-A			
		B-(IE) G				* 3.10-5		* 3,0.10- 8					
		115		2,2		3.10-5		2,4.10- 7		II-B			
		B-(IE) G				* 4.10-5		* 1,8.10- 7					

CALCIUM		45		1,7.10+2		9.10-6		3,0.10- 8		II-A			
20	CA	B-				* 2.10-4		* 1,2.10- 7					
		47		4,5		5.10-5		1,8.10- 7		II-B			
		B-(IE) G				* 3.10-5		* 1,8.10- 7					

CALIFORNIUM		249		1,3.10+5		4.10-6		1,5.10-12		I			
98	CF	A G				* 2.10-5		* 9,0.10-11					
		250		34,710+3		1.10-5		6,0.10-12		I			
		A G CI				* 3.10-5		* 9,0.10-11					
		251		2,9.10+5		4.10-6		1,8.10-12		I			
		A G				* 3.10-5		* 9,0.10-11					
		252		9,7.10+2		7.10-6		6,0.10-12		I			
		A G				* 7.10-6		* 3,0.10-11					
		253		1,7.10+1		1.10-4		9,0.10-10		II-A			
		B- A				* 1.10-4		* 9,0.10-10					
		254		6.10+1		1.10-7		6,0.10-12		I			
		A				* 1.10-7		* 6,0.10-12					

CARBONE		14		2,1.10+6		8.10-4		3,0.10- 6		II-B			
6	C	B-				*		*					

CERIUM		141		3,2.10+1		9.10-5		6,0.10- 7		II-B			
58	CE	B-(IE) G CI				* 9.10-5		* 1,5.10- 7					
		143		1,4		4.10-5		2,7.10- 7		II-B			
		B-(IE) G CI				* 4.10-5		* 2,1.10- 7					
		144		2,8.10+2		1.10-5		9,0.10- 9		II-A			
		B-(IE) G CI				* 1.10-5		* 6,0.10- 9					

CESIUM		131		9,7		2.10-3		1,2.10- 5		II-B			
55	CS	CE G				* 9.10-4		* 3,0.10- 6					
		134*		1,2.10-1		6.10-3		3,0.10- 5		III			
		B-(IE) G CI				* 1.10-3		* 6,0.10- 6					
		134		7,4.10+2		9.10-6		3,0.10- 8		II-A			
		B-(IE) G				* 4.10-5		* 1,2.10- 8					
		135		1,1.10+9		1.10-4		6,0.10- 7		III			
		B-				* 2.10-4		* 9,0.10- 8					
		136		1,3.10+1		9.10-5		3,0.10- 7		II-B			
		B-(IE) G CI				* 6.10-5		* 1,8.10- 7					
		137		1,1.10+4		2.10-5		6,0.10- 8		II-A			
		B-(IE) G CI				* 4.10-5		* 1,5.10- 8					

15 MARS 1973

T-1.3

1	2	3	4 (EAU)	5 (AIR)	6	7
CHLORE 17	CL	36 B-(IE) CE	1,1.10+8	8.10-5 * 6.10-5	3,0.10- 7 * 2,4.10- 8	II-A
		38 B-(IE) G	2,6.10-2	4.10-4 * 4.10-4	2,7.10- 6 * 2,1.10- 6	II-B
CHROME 24	CR	51 G CE	2,8.10+1	2.10-3 * 2.10-3	1,2.10- 5 * 2,4.10- 6	II-B
COBALT 27	CO	57 G CE	2,7.10+2	5.10-4 * 4.10-4	3,0.10- 6 * 1,8.10- 7	II-B
		58* G CI	3,8.10-1	3.10-3 * 2.10-3	1,8.10- 5 * 9,0.10- 6	III
		58 B+(IE) G CE	7,1.10+1	3.10-3 * 9.10-5	2,1.10- 6 * 6,0.10- 8	II-B
		60 B-(IE) G	1,9.10+3	5.10-5 * 3.10-5	3,0.10- 7 * 9,0.10- 9	II-A
CUIVRE 29	CU	64 (B- B+(IE))G CE CI	5,3.10-1	3.10-4 * 2.10-4	2,1.10- 6 * 1,2.10- 6	II-B
CURIUM 96	CM	242 A G CI	1,6.10+2	2.10-5 * 2.10-5	1,2.10-10 * 1,8.10-10	I
		243 A CI G	1,3.10+4	5.10-6 * 2.10-5	6,0.10-12 * 9,0.10-11	I
		244 A G CI	6,4.10+3	7.10-6 * 3.10-5	9,0.10-12 * 9,0.10-11	I
		245 A G	3,4.10+6	4.10-6 * 3.10-5	6,0.10-12 * 1,2.10-10	I
		246 A	2.10+6	4.10-6 * 3.10-5	6,0.10-12 * 1,2.10-10	I
		247 A	5,8.10+9	4.10-6 * 2.10-5	6,0.10-12 * 1,2.10-10	II-A
		248 A G	1,7.10+8	4.10-7 * 1.10-6	6,0.10-13 * 1,2.10-11	I
		249 B-(IE)	4,4.10-2	2.10-3 * 2.10-3	1,2.10- 5 * 1,2.10- 5	III
DYSPROSIUM 66	DY	165 B-(IE) G CI	9,7.10-2	4.10-4 * 4.10-4	2,7.10- 6 * 2,1.10- 6	II-B
		166 B-(IE) G CI	3,4	4.10-5 * 4.10-5	2,4.10- 7 * 2,1.10- 7	II-B
EINSTEINIUM 99	ES	253 A G CI	2.10+1	2.10-5 * 2.10-5	9,0.10-10 * 6,0.10-10	II-A
		254* B-(IE) G CE	1,6	2.10-5 * 2.10-5	6,0.10- 9 * 6,0.10- 9	II-A
		254 A G CI	2,8.10+2	1.10-5 * 1.10-5	1,8.10-11 * 1,2.10-10	I
		255 A B-	3,3.10+1	3.10-5 * 3.10-5	6,0.10-10 * 3,0.10-10	I
ERBIUM 68	ER	169 B-(IE) CI G	9,4	9.10-5 * 9.10-5	6,0.10- 7 * 3,0.10- 7	II-B
		171 B-(IE) CI G	3,1.10-1	1.10-4 * 1.10-4	6,0.10- 7 * 6,0.10- 7	II-B
ETAIN 50	SN	113 G CE	1,2.10+2	9.10-5 * 8.10-5	3,0.10- 7 * 6,0.10- 8	II-B
		125 B-(IE) G	9,4	2.10-5 * 2.10-5	1,2.10- 7 * 9,0.10- 8	II-B

1	2	3	4 (FAU)	5 (AIR)	6	7	*
* EUPOPIUM		152*	3,9.10 ⁻¹	6.10 ⁻⁵	3,0.10 ⁻⁷	II-B	*
* 63 EU	R-(IE) CE CI G		* 6.10 ⁻⁵	* 3,0.10 ⁻⁷			*
* 152		4,4.10 ⁺³	8.10 ⁻⁵	1,2.10 ⁻⁸	II-A		*
* R-(IE) G CE CI			* 8.10 ⁻⁵	* 1,8.10 ⁻⁸			*
* 154		5,8.10 ⁺³	2.10 ⁻⁵	3,0.10 ⁻⁹	II-A		*
* R-(IE) G CI			* 2.10 ⁻⁵	* 6,0.10 ⁻⁹			*
* 155		6,6.10 ⁺²	2.10 ⁻⁴	9,0.10 ⁻⁸	II-B		*
* R- G CI			* 2.10 ⁻⁴	* 9,0.10 ⁻⁸			*
* FER		55	9,9.10 ⁺²	8.10 ⁻⁴	9,0.10 ⁻⁷	II-B	*
* 26 FE	CE G		* 2.10 ⁻³	* 9,0.10 ⁻⁷			*
* 59		4,5.10 ⁺¹	6.10 ⁻⁵	1,5.10 ⁻⁷	II-B		*
* R-(IE) G			* 5.10 ⁻⁵	* 6,0.10 ⁻⁸			*
* FERMIIUM		254	1,4.10 ⁻¹	1.10 ⁻⁴	6,0.10 ⁻⁸	II-B	*
* 100 FM	A G CI		* 1.10 ⁻⁴	* 6,0.10 ⁻⁸			*
* 255		8,4.10 ⁻¹	3.10 ⁻⁵	1,8.10 ⁻⁸	II-A		*
* A G CI			* 3.10 ⁻⁵	* 1,2.10 ⁻⁸			*
* 256		1,1.10 ⁻¹	9.10 ⁻⁷	3,0.10 ⁻⁹	II-A		*
* A G CI			* 9.10 ⁻⁷	* 1,8.10 ⁻⁹			*
* FLUOR		18	7,6.10 ⁻²	8.10 ⁻⁴	6,0.10 ⁻⁶	II-B	*
* 9 F	B+(IE) CE		* 5.10 ⁻⁴	* 2,7.10 ⁻⁶			*
* GADOLINIUM		153	2,4.10 ⁺²	2.10 ⁻⁴	2,4.10 ⁻⁷	II-B	*
* 64 GD	G CE CI		* 2.10 ⁻⁴	* 9,0.10 ⁻⁸			*
* 159		7,5.10 ⁻¹	8.10 ⁻⁵	6,0.10 ⁻⁷	II-B		*
* R-(IE) G CI			* 8.10 ⁻⁵	* 3,0.10 ⁻⁷			*
* GALLIUM		72	5,9.10 ⁻¹	4.10 ⁻⁵	2,4.10 ⁻⁷	II-B	*
* 31 GA	B-(IE) G		* 4.10 ⁻⁵	* 1,8.10 ⁻⁷			*
* GERMANIUM		71	1,1.10 ⁺¹	2.10 ⁻³	1,2.10 ⁻⁵	III	*
* 32 GE	CE G		* 2.10 ⁻³	* 6,0.10 ⁻⁶			*
* HAFNIUM		181	4,3.10 ⁺¹	7.10 ⁻⁵	3,0.10 ⁻⁸	II-A	*
* 72 HF	R-(IE) G CI		* 7.10 ⁻⁵	* 9,0.10 ⁻⁸			*
* HOLMIUM		166	1,1.10 ⁺⁴	3.10 ⁻⁵	2,1.10 ⁻⁷	II-B	*
* 67 HO	B-(IE) CI G		* 3.10 ⁻⁵	* 1,8.10 ⁻⁷			*
* HYDROGENE		3	4,5.10 ⁺³	3.10 ⁻³	6,0.10 ⁻⁶	III	*
* 1 H	R-		*	*			*
* INDIUM		113*	7,1.10 ⁻²	1.10 ⁻³	9,0.10 ⁻⁶	III	*
* 49 IN	G CI		* 1.10 ⁻³	* 6,0.10 ⁻⁶			*
* 114*		6,90 ⁺¹	2.10 ⁻⁵	1,2.10 ⁻⁷	II-A		*
* CE G CI			* 2.10 ⁻⁵	* 2,1.10 ⁻⁸			*
* 115*		1,9.10 ⁻¹	4.10 ⁻⁴	2,4.10 ⁻⁶	II-B		*
* R-(IE) G CI			* 4.10 ⁻⁴	* 1,8.10 ⁻⁶			*
* 115		2,2.10 ⁺¹⁷	9.10 ⁻⁵	2,7.10 ⁻⁷	III	(2)	*
* R-(IE)			* 9.10 ⁻⁵	* 3,0.10 ⁻⁸			*

(2) Compte tenu de la période physique du radionucléide et de la valeur de la CMA, ces limites ne peuvent être pratiquement atteintes.

15 MARS 1973

T-1.5

1	2	3	4 (EAU)	5 (AIR)	6	7	*
* IODE 53 I	126	1,3.10+1	1.10-6	6,0.10- 9	II-A		*
	B-(IE) B+(IE) G CE		* 9.10-5	* 3,0.10- 7			*
	129	6,2.10+9	2.10-7	9,0.10-10	III		*
	B- G CI		* 2.10-4	* 6,0.10- 8			*
	131	8	1.10-6	6,0.10- 9	II-A		*
	B-(IE) G CI		* 6.10-5	* 3,0.10- 7			*
	132	9,6.10-2	3.10-5	1,2.10- 7	II-B		*
	B-(IE) G		* 2.10-4	* 9,0.10- 7			*
* IRIDIUM 77 IR	133	8,8.10-1	4.10-6	1,5.10- 8	II-A		*
	B-(IE) G		* 4.10-5	* 2,1.10- 7			*
	134	3,6.10-2	5.10-5	3,0.10- 7	II-B		*
	B-(IE) G		* 6.10-4	* 3,0.10- 6			*
	135	2,8.10-1	1.10-5	6,0.10- 8	II-B		*
	B-(IE) G		* 7.10-5	* 3,0.10- 7			*
	190	1,1.10+1	2.10-4	1,2.10- 6	II-B		*
	CE CI		* 2.10-4	* 3,0.10- 7			*
* KRYPTON 36 KR	192	7,4.10+1	4.10-5	1,2.10- 7	II-A		*
	B-(IE) G CI		* 4.10-5	* 2,7.10- 8			*
	194	7,4.10-1	3.10-5	2,4.10- 7	II-B		*
	B-(IE) G CI		* 3.10-5	* 1,5.10- 7			*
	85*	1,8.10-1			II-B	(1)	*
	B-(IE) G CI						*
	85	3,9.10+3			III	(1)	*
	B-(IE) G						*
* LANTHANE 57 LA	87	1,1.10-2			II-B	(1)	*
	B-(IE) G						*
	140	1,7	2.10-5	1,5.10- 7	II-B		*
	B-(IE) G CI		* 2.10-5	* 1,2.10- 7			*
* LUTECIUM 71 LU	177	6,7	1.10-4	6,0.10- 7	II-B		*
	B-(IE) G CI		* 1.10-4	* 6,0.10- 7			*
	52	5,7	3.10-5	2,1.10- 7	II-B		*
	B+(IE) G CE		* 3.10-5	* 1,5.10- 7			*
	54	3,1.10+2	1.10-4	3,0.10- 7	II-A		*
	G CE		* 1.10-4	* 3,0.10- 8			*
	56	1,1.10-1	1.10-4	9,0.10- 7	II-B		*
	B-(IE) G		* 1.10-4	* 6,0.10- 7			*
* MERCURE 80 HG	197*	1	2.10-4	9,0.10- 7	II-B		*
	G CE CI		* 2.10-4	* 9,0.10- 7			*
	197	2,7	3.10-4	1,2.10- 6	II-B		*
	G CE CI		* 5.10-4	* 2,7.10- 6			*
	203	4,7.10+1	2.10-5	6,0.10- 8	II-B		*
	B- G CI		* 1.10-4	* 1,2.10- 7			*
	99	2,8	2.10-4	9,0.10- 7	II-B		*
	B-(IE) G CI		* 4.10-5	* 2,1.10- 7			*

(1) Le krypton n'entrant pas en combinaison avec les constituants de l'organisme et l'irradiation due à l'activité présente dans la cavité pulmonaire étant négligeable devant l'irradiation externe due à l'activité présente dans l'environnement, le risque est, dans ce cas, uniquement un risque d'irradiation externe. Cette irradiation externe doit être mesurée à l'aide d'appareils habituellement utilisés dans ce but.

15 MARS 1973

T-1.6.

1	2	3	4 (EAU)	5 (AIR)	6	7	*
NEODYME 60 ND	A	144	8,8.10+17	7.10-5	9,0.10-11	III	(2)
				* 8.10-5	* 3,0.10-10		
	B-(IE) G CI	147	1,1.10+1	6.10-5	3,0.10-7	II-B	
				* 6.10-5	* 2,4.10-7		
	B-(IE) G CI	149	7,5.10-2	3.10-4	1,8.10-6	II-B	
				* 3.10-4	* 1,5.10-6		
NEPTUNIUM 93 NP	A G CI	237	7,8.10+8	3.10-6	3,0.10-12	I	
				* 3.10-5	* 1,2.10-10		
	B-(IE) G CI	239	2,4	1.10-4	9,0.10-7	II-B	
				* 1.10-4	* 6,0.10-7		
NICKEL 28 NI	CE	59	2,9.10+7	2.10-4	6,0.10-7	III	
				* 2.10-3	* 9,0.10-7		
	B-	63	3,3.10+4	3.10-5	6,0.10-8	II-B	
				* 7.10-4	* 3,0.10-7		
	B-(IE) G	65	1,1.10-1	1.10-4	9,0.10-7	II-B	
				* 1.10-4	* 6,0.10-7		
NIOBIUM 41 NB	G CI	93*	5.10+3	4.10-4	1,2.10-7	II-B	
				* 4.10-4	* 1,5.10-7		
	B- G	95	3,5.10+1	1.10-4	6,0.10-7	II-B	
				* 1.10-4	* 9,0.10-8		
	B-(IE) G	97	5.10-2	9.10-4	6,0.10-6	III	
				* 9.10-4	* 6,0.10-6		
OR 79 AU	B- G CI CE	196	6,1	2.10-4	1,2.10-6	II-B	
				* 1.10-4	* 6,0.10-7		
	B-(IE) G CI	198	2,7	5.10-5	3,8.10-7	II-B	
				* 5.10-5	* 2,4.10-7		
	B-(IE) G CI	199	3,2	2.10-4	1,2.10-6	II-B	
				* 2.10-4	* 9,0.10-7		
OSMIUM 76 OS	CE G CI	185	9,4.10+1	7.10-5	6,0.10-7	II-B	
				* 7.10-5	* 6,0.10-8		
	G CI	191*	5,4.10-1	3.10-3	1,8.10-5	III	
				* 2.10-3	* 9,0.10-6		
	B- G CI	191	1,5.10+1	2.10-4	1,2.10-6	II-B	
				* 2.10-4	* 3,0.10-7		
	B-(IE) G CI	193	1,3	6.10-5	3,0.10-7	II-B	
				* 5.10-5	* 2,7.10-7		
PALLADIUM 46 PD	CE G	103	1,7.10+1	3.10-4	1,5.10-6	II-B	
				* 3.10-4	* 9,0.10-7		
	B-(IE) G	109	5,6.10-1	9.10-5	6,0.10-7	II-B	
				* 7.10-5	* 3,0.10-7		
PHOSPHORE 15 P	B-(IE)	32	6.10-1	2.10-5	6,0.10-8	II-B	
				* 2.10-5	* 9,0.10-8		

(2) Compte tenu de la période physique du radionucléide et de la valeur de la CMA, ces limites ne peuvent être pratiquement atteintes.

T-1.7

1	2	3	4 (EAU)	5 (AIR)	6	7
PLATINE 78 PT	191 CE G CI	3	1.10-4 * 1.10-4	9,0.10-7 * 6,0.10-7	II-B	
	193* G CI	4,3	1.10-4 * 1.10-3	6,0.10-6 * 6,0.10-6	III	
	193 CE	1,8.10+5	9.10-4 * 2.10-3	1,2.10-6 * 3,0.10-7	II-B	
	197* B-(IE) G CI	5,4.10-2	1.10-3 * 9.10-4	6,0.10-6 * 6,0.10-6	III	
	197 B-(IE) G CI	7,5.10-1	1.10-4 * 1.10-4	9,0.10-7 * 6,0.10-7	II-B	
PLOMB 82 PB	203 CE G CI	2,2	4.10-4 * 4.10-4	2,7.10-6 * 1,8.10-6	II-B	
	210 B- A G CI	7,6.10+3	1.10-7 * 2.10-4	1,2.10-10 * 2,4.10-10	I	
	212 B-(IE) G CI	4,4.10-1	2.10-5 * 2.10-5	1,8.10-8 * 2,1.10-8	II-A	
PLUTONIUM 94 PU	238 A CI	3,1.10+4	5.10-6 * 3.10-5	2,1.10-12 * 3,0.10-11	I	
	239 A CI	8,9.10+6	5.10-6 * 3.10-5	1,8.10-12 * 3,0.10-11	I	
	240 A CI	2,4.10+6	5.10-6 * 3.10-5	1,8.10-12 * 3,0.10-11	I	
	241 B-	4,8.10+3	2.10-4 * 1,10-3	9,0.10-11 * 3,0.10-8	I	
	242 A	1,4.10+8	5.10-6 * 3.10-5	1,8.10-12 * 3,0.10-11	I	
	243 B-(IE) G CI	2,1.10-1	3.10-4 * 3.10-4	1,8.10-6 * 2,4.10-6	II-B	
	244 A	2,9.10+10	4.10-6 * 1.10-5	1,8.10-12 * 3,0.10-11	II-A	
POLONIUM 84 PO	210 A	1,4.10+2	7.10-7 * 3.10-5	6,0.10-10 * 2,1.10-10	I	
POTASSIUM 19 K	42 B-(IE) G	5,2.10-1	3.10-4 * 2.10-5	2,1.10-6 * 1,2.10-7	II-B	
PRASEODYME 59 PR	142 B-(IE) G	8.10-1	3.10-5 * 3.10-5	2,1.10-7 * 1,5.10-7	II-B	
	143 B-(IE)	1,4.10+1	5.10-5 * 5.10-5	3,0.10-7 * 1,8.10-7	II-B	
PROMETHIUM 61 PM	147 B-	9,7.10+2	2.10-4 * 2.10-4	6,0.10-8 * 9,0.10-8	II-B	
	149 B-(IE) G	2,2	4.10-5 * 4.10-5	3,0.10-7 * 2,4.10-7	II-B	
PROTACTINIUM 91 PA	230 B-(IE) A G CI CE	1,7.10+1	2.10-4 * 2.10-4	1,8.10-9 * 9,0.10-10	II-A	
	231 A G CI	1,2.10+7	9.10-7 * 3.10-5	1,2.10-12 * 1,2.10-10	I	
	233 B-(IE) G CI	2,7.10+1	1.10-4 * 1.10-4	6,0.10-7 * 1,8.10-7	II-B	

15 MARS 1973

T-1.8

1	2	3	4 (EAU)	5 (AIR)	6	7	*
* RADIUM 88 RA	223	1,2.10+1	7.10-7	1,8.10-9	I		*
	A G CI		* 4.10-6	* 2,4.10-10			*
	224	3,6	2.10-6	6,0.10-9	II-A		*
	A G CI		* 5.10-6	* 6,0.10-10			*
*	226	5,9.10+5	1.10-8	3,0.10-11	I		*
	A G CI		* 3.10-5	* 1,8.10-7			*
	228	2,4.10+3	3.10-8	6,0.10-11	I		*
*	B- G CI		* 3.10-5	* 3,0.10-11			*
							*
							*
* RADON 86 RN	220	6,3.10-4		3,0.10-7	II-B	(3)	*
	A						*
	222	3,8		3,0.10-7	II-B	(3)	*
*	A						*
							*
							*
							*
							*
* RHENIUM 75 RE	183	7,1.10+1	6.10-4	2,7.10-6	II-B		*
	CE G CI		* 3.10-4	* 1,5.10-7			*
	186	3,8	9.10-5	6,0.10-7	II-B		*
	B-(IE) G CI CE		* 5.10-5	* 2,4.10-7			*
	187	1,5.10+13	3.10-3	9,0.10-6	III	(2)	*
*	B-		* 2.10-3	* 6,0.10-7			*
	188	6,9.10-1	6.10-5	3,0.10-7	II-B		*
	B-(IE) G CI		* 3.10-5	* 1,8.10-7			*
* RHODIUM 45 RH	103*	3,9.10-2	1.10-2	9,0.10-5	III		*
	G CI		* 1.10-2	* 6,0.10-5			*
	105	1,5	1.10-4	9,0.10-7	II-B		*
*	B-(IE) G		* 1.10-4	* 6,0.10-7			*
							*
							*
* RUBIDIUM 37 RB	86	1,9.10+1	7.10-5	3,0.10-7	II-B		*
	B-(IE) G		* 2.10-5	* 6,0.10-8			*
	87	1,8.10+13	1.10-4	6,0.10-7	III		*
*	B-(IE)		* 2.10-4	* 6,0.10-8			*
							*
							*
							*
							*
* RUTHENIUM 44 RU	97	2,9	4.10-4	2,4.10-6	II-B		*
	CE G CI		* 3.10-4	* 1,8.10-6			*
	103	4.10+1	8.10-5	6,0.10-7	II-B		*
	B-(IE) G CI		* 8.10-5	* 9,0.10-8			*
	105	1,9.10-1	1.10-4	6,0.10-7	II-B		*
*	B-(IE) G		* 1.10-4	* 6,0.10-7			*
	106	3,7.10+2	1.10-5	9,0.10-8	II-A		*
	B-		* 1.10-5	* 6,0.10-9			*
* SAMARIUM 62 SM	147	3,8.10+13	6.10-5	6,0.10-11	III		*
	A		* 7.10-5	* 2,7.10-10			*
	151	3,2.10+4	4.10-4	6,0.10-8	II-B		*
	B- G CI		* 4.10-4	* 1,5.10-7			*
*	153	2	8.10-5	6,0.10-7	II-B		*
	B-(IE) G CI		* 8.10-5	* 3,0.10-7			*
							*
* SCANDIUM 21 SC	46	8,4.10+1	4.10-5	2,4.10-7	II-A		*
	B-(IE) G		* 4.10-5	* 2,4.10-8			*
	47	3,4	9.10-5	6,0.10-7	II-B		*
	B-(IE) G CI		* 9.10-5	* 6,0.10-7			*
*	48	1,8	3.10-5	1,8.10-7	II-B		*
	B-(IE) G		* 3.10-5	* 1,5.10-7			*

(2) Compte tenu de la période physique du radionucléide et de la valeur de la CMA, ces limites ne peuvent être pratiquement atteintes.

(3) Dans le cas particulier du radon, on admet que les produits de filiation de ^{220}Rn et de ^{222}Rn sont présents dans la proportion où ils existent habituellement dans l'air non filtré.

1	2	3	4 (EAU)	5 (AIR)	6	7
SELENIUM	34	SE	G CE CI	75	1,2.10+2	3.10-4
SILICIUM	14	SI	B-(IE)	31	1,2.10-1	9.10-4
SODIUM	11	NA	B-(IE) G CE	22	9,5.10+2	4.10-5
SODIUM	11	NA	B-(IE) G	24	6,4.10-1	2.10-4
SOUFRE	16	S	B-	35	8,8.10+1	6.10-5
STRONTIUM	38	SR	CE G CI	85*	4,9.10-2	7.10-3
STRONTIUM	38	SR	G CE CI	85	6,5.10+1	1.10-4
STRONTIUM	38	SR	B-(IE)	89	5,2.10+1	1.10-5
STRONTIUM	38	SR	B-(IE)	90	2,9.10+1	4.10-7
STRONTIUM	38	SR	B-(IE) G	91	4.10-1	7.10-5
STRONTIUM	38	SR	B-(IE) G	92	1,1.10-1	7.10-5
TANTALE	73	TA	B-(IE) G CI	182	1,2.10+2	4.10-5
TECHNETIUM	43	TC	G CI	96*	3,6.10-2	1.10-2
TECHNETIUM	43	TC	G	96	4,3	1.10-4
TECHNETIUM	43	TC	G CI	97*	9.10+1	4.10-4
TECHNETIUM	43	TC	CE G	97	9,5.10+8	2.10-3
TECHNETIUM	43	TC	G CI	99*	2,5.10-1	6.10-3
TECHNETIUM	43	TC	B-(IE)	99	7,7.10+7	3.10-4
TELLORE	52	TE	G CI	125*	5,8.10+1	2.10-4
TELLORE	52	TE	B-(IE) G CI	127*	1,1.10+2	6.10-5
TELLORE	52	TE	B-(IE) G	127	3,9.10-1	3.10-4
TELLORE	52	TE	B-(IE)	129*	3,4.10+1	3.10-5
TELLORE	52	TE	B-(IE) G CI	129	4,8.10-2	8.10-4
TELLORE	52	TE	B-(IE) G CI	131*	1,2	6.10-5
TELLORE	52	TE	B-(IE) G CI	132	3,3	3.10-5
TERBIUM	65	TB	B-(IE) G CI	160	7,2.10+1	4.10-5
TERBIUM	65	TB	B-(IE) G CI	160	7,2.10+1	4.10-5

15 MARS 1973

T-1.10

1	2	3	4 (EAU)	5 (AIR)	6	7

THALLIUM	200	1,1	4.10 ⁻⁴	2,7.10 ⁻⁶	II-B	
81 TL	CE G CI		* 2.10 ⁻⁴	* 1,2.10 ⁻⁶		

	201	3	3.10 ⁻⁴	2,1.10 ⁻⁶	II-B	
	CE G CI		* 2.10 ⁻⁴	* 9,0.10 ⁻⁷		

	202	1,2.10 ⁺¹	1.10 ⁻⁴	9,0.10 ⁻⁷	II-B	
	G CI CE		* 7.10 ⁻⁵	* 2,4.10 ⁻⁷		

	204	1,4.10 ⁺³	1.10 ⁻⁴	6,0.10 ⁻⁷	II-A	
	B-(IE) G CE		* 6.10 ⁻⁵	* 2,7.10 ⁻⁸		

THORIUM	NAT		1.10 ⁻⁶	3,0.10 ⁻¹¹	III	(4)
90 TH			* 1.10 ⁻⁵	* 3,0.10 ⁻¹¹		

	227	1,8.10 ⁺¹	2.10 ⁻⁵	3,0.10 ⁻¹⁰	I	
	A G CI		* 2.10 ⁻⁵	* 1,8.10 ⁻¹⁰		

	228	6,9.10 ⁺²	7.10 ⁻⁶	9,0.10 ⁻¹²	I	
	A G CI		* 1.10 ⁻⁵	* 6,0.10 ⁻¹²		

	230	2,9.10 ⁺⁷	2.10 ⁻⁶	2,4.10 ⁻¹²	I	
	A G CI		* 3.10 ⁻⁵	* 9,0.10 ⁻¹²		

	231	1,1	2.10 ⁻⁴	1,5.10 ⁻⁶	II-B	
	B-(IE) G CI		* 2.10 ⁻⁴	* 1,2.10 ⁻⁶		

	232	5,1.10 ⁺¹²	2.10 ⁻⁶	3,0.10 ⁻¹¹	III	
	A CI		* 4.10 ⁻⁵	* 3,0.10 ⁻¹¹		

	234	2,4.10 ⁺¹	2.10 ⁻⁵	6,0.10 ⁻⁸	II-A	
	B- G CI		* 2.10 ⁻⁵	* 3,0.10 ⁻⁸		

THULIUM	170	1,3.10 ⁺²	5.10 ⁻⁵	3,0.10 ⁻⁸	II-A	
69 TM	B-(IE) G CI		* 5.10 ⁻⁵	* 3,0.10 ⁻⁸		

	171	7.10 ⁺²	5.10 ⁻⁴	1,2.10 ⁻⁷	II-B	
	B- G CI		* 5.10 ⁻⁴	* 2,4.10 ⁻⁷		

TUNGSTENE	181	1,4.10 ⁺²	4.10 ⁻⁴	2,4.10 ⁻⁶	II-B	
74 W	CE G CI		* 3.10 ⁻⁴	* 1,2.10 ⁻⁷		

	185	7,4.10 ⁺¹	1.10 ⁻⁴	9,0.10 ⁻⁷	II-B	
	B-(IE)		* 1.10 ⁻⁴	* 1,2.10 ⁻⁷		

	187	1	7.10 ⁻⁵	6,0.10 ⁻⁷	II-B	
	B-(IE) G CI		* 6.10 ⁻⁵	* 3,0.10 ⁻⁷		

URANIUM	NAT		6.10 ⁻⁷	9,0.10 ⁻¹¹	III	(5)(6)
92 U			* 2.10 ⁻⁵	* 6,0.10 ⁻¹¹		

	230	2,1.10 ⁺¹	2.10 ⁻⁶	3,0.10 ⁻¹⁰	I	(6)
	A G CI		* 5.10 ⁻⁶	* 1,2.10 ⁻¹⁰		

	232	2,6.10 ⁺⁴	8.10 ⁻⁷	9,0.10 ⁻¹¹	I	(6)
	A CI		* 3.10 ⁻⁵	* 2,7.10 ⁻¹¹		

	233	5,9.10 ⁺⁷	4.10 ⁻⁶	6,0.10 ⁻¹⁰	I	(6)
	A G CI		* 3.10 ⁻⁵	* 1,2.10 ⁻¹⁰		

	234	9.10 ⁺⁷	4.10 ⁻⁶	6,0.10 ⁻¹⁰	I	(6)
	A		* 3.10 ⁻⁵	* 1,2.10 ⁻¹⁰		

	235	2,6.10 ⁺¹¹	4.10 ⁻⁶	6,0.10 ⁻¹⁰	III	(6)
	A G		* 3.10 ⁻⁵	* 1,2.10 ⁻¹⁰		

	236	8,8.10 ⁺⁹	5.10 ⁻⁶	6,0.10 ⁻¹⁰	II-A	(6)
	A CI		* 3.10 ⁻⁵	* 1,2.10 ⁻¹⁰		

	238	1,6.10 ⁺¹²	6.10 ⁻⁷	9,0.10 ⁻¹¹	III	(6)
	A CI		* 4.10 ⁻⁵	* 1,5.10 ⁻¹⁰		

(4) Selon l'usage, un curie de thorium naturel correspond à 3,7.10¹⁰ désintégrations par seconde de ²³²Th, plus 3,7.10¹⁰ désintégrations par seconde de ²²⁸Th.

(5) Selon l'usage, un curie d'uranium naturel correspond à 3,7.10¹⁰ désintégrations par seconde de ²³⁸U, plus 3,7.10¹⁰ désintégrations par seconde de ²³⁴U, plus 1,7.10⁹ désintégrations par seconde de ²³⁵U.

(6) Les valeurs données pour l'uranium tiennent compte à la fois de la toxicité chimique de cet élément et de la toxicité radioactive de ses différents isotopes (voir nota 4 en 1.132).

15 MARS 1973

T-1.11

1	2	3	4 (EAU)	5 (AIR)	6	7

* URANIUM		240	5,9.10 ⁻¹	3.10 ⁻⁵	2,4.10 ⁻⁷	II-B
* 92 U	B-(IE) CI					
* NEPTUNIUM		240	4,4.10 ⁻²	* 3.10 ⁻⁵	* 1,8.10 ⁻⁷	
* 93 NP	B-(IE) G					

* VANADIUM		48	1,6.10 ⁺¹	3.10 ⁻⁵	1,8.10 ⁻⁷	II-B
* 23 V	CE B+(IE) G		* 3.10 ⁻⁵	* 6,0.10 ⁻⁸		

* XENON		131*	1,2.10 ⁺¹			III (1)
* 54 XE	G CI					

		133	5,3			III (1)
	B-(IE) G CI					

		135	3,8.10 ⁻¹			II-B (1)
	B-(IE) G CI					

* YTTERBIUM		175	4,2	1.10 ⁻⁴	6,0.10 ⁻⁷	II-B
* 70 YB	B-(IE) G CI		* 1.10 ⁻⁴	* 6,0.10 ⁻⁷		

* YTTRIUM		90	2,7	2.10 ⁻⁵	1,2.10 ⁻⁷	II-B
* 39 Y	B-(IE)		* 2.10 ⁻⁵	* 9,0.10 ⁻⁸		

		91*	3,5.10 ⁻²	3.10 ⁻³	2,4.10 ⁻⁵	III
	G CI		* 3.10 ⁻³	* 1,8.10 ⁻⁵		

		91	5,9.10 ⁺¹	3.10 ⁻⁵	3,0.10 ⁻⁸	II-A
	B-(IE) G		* 3.10 ⁻⁵	* 3,0.10 ⁻⁸		

		92	1,4.10 ⁻¹	6.10 ⁻⁵	3,0.10 ⁻⁷	II-B
	B-(IE) G		* 6.10 ⁻⁵	* 3,0.10 ⁻⁷		

		93	4,2.10 ⁻¹	3.10 ⁻⁵	1,8.10 ⁻⁷	II-B
	B-(IE) G		* 3.10 ⁻⁵	* 1,5.10 ⁻⁷		

* ZINC		65	2,5.10 ⁺²	1.10 ⁻⁴	1,2.10 ⁻⁷	II-B
* 30 ZN	B+(IE) CE G		* 2.10 ⁻⁴	* 6,0.10 ⁻⁸		

		69*	5,8.10 ⁻¹	7.10 ⁻⁵	3,0.10 ⁻⁷	II-B
	G CI		* 6.10 ⁻⁵	* 3,0.10 ⁻⁷		

		69	3,9.10 ⁻²	2.10 ⁻³	6,0.10 ⁻⁶	III
	B-(IE)		* 2.10 ⁻³	* 9,0.10 ⁻⁶		

* ZIRCONIUM		93	5,5.10 ⁺⁸	8.10 ⁻⁴	1,2.10 ⁻⁷	III
* 40 ZR	B-		* 8.10 ⁻⁴	* 3,0.10 ⁻⁷		

		95	6,5.10 ⁺¹	6.10 ⁻⁵	1,2.10 ⁻⁷	II-A
	B-(IE) G		* 6.10 ⁻⁵	* 3,0.10 ⁻⁸		

		97	7,1.10 ⁻¹	2.10 ⁻⁵	1,2.10 ⁻⁷	II-B
	B-(IE) G		* 2.10 ⁻⁵	* 9,0.10 ⁻⁸		

(1) Le xénon n'entrant pas en combinaison avec les constituants de l'organisme et l'irradiation due à l'activité présente dans la cavité pulmonaire étant négligeable devant l'irradiation externe due à l'activité présente dans l'environnement, le risque est, dans ce cas, uniquement un risque d'irradiation externe. Cette irradiation externe doit être mesurée à l'aide d'appareils habituellement utilisés dans ce but.

TABLEAU 2

CONCENTRATIONS MAXIMALES ADMISSIBLES
DES RADIONUCLÉIDES DANS L'EAU

Classement des radionucléides par ordre décroissant de radiotoxicité

N° de la colonne	Nature des renseignements
1	Radionucléide (* pour les isomères).
2	Symbole chimique.
3	Numéro atomique.
4	Période en jours.
5	Nature des rayonnements émis dans plus de 1 % des désintégrations : A pour alpha. B pour bêta ; (IE) après B indique que le radionucléide est émetteur β d'énergie supérieure à 0,3 MeV pour plus de 1 % des désintégrations et est donc susceptible de produire une irradiation externe de la peau en cas de contamination surfacique de celle-ci ou des vêtements (voir paragraphe 1.142 - nota - du chapitre I). G pour gamma. CE pour capture électronique. CI pour conversion interne.
6	CMA-eau la plus restrictive (élément sous forme soluble ou insoluble) exprimée en curie par mètre cube <u>pour une exposition concernant les personnes du public.</u>
7	Groupe de radiotoxicité (Annexe II du décret 67-228 du 15 mars 1967) : I pour groupe I II-A pour groupe II-A II-B pour groupe II-B III pour groupe III radiotoxicité décroissante

Le groupe de radiotoxicité tient compte à la fois de la valeur de la CMA et de l'activité massique du radionucléide ; il indique très grossièrement une gradation dans le niveau de contamination possible en cas d'accident.

<u>CMA</u>	
I 131	10^{-9} Ci/l
Ca 134	$5 \cdot 10^{-9}$ Ci/l
Sr 90	$4 \cdot 10^{-10}$ Ci/l
Ca 137	$2 \cdot 10^{-8}$ Ci/l

	1	2	3	4	5	6	7
RADIUM	226	RA	88	$5,9 \cdot 10^5$	A G CI	$1 \cdot 10^{-8}$	I
RADIUM	228	RA	88	$2,4 \cdot 10^3$	B- G CI	$3 \cdot 10^{-8}$	I
CALIFORNIUM	254	CF	98	$6 \cdot 10^1$	A	$1 \cdot 10^{-7}$	I
PLOMP	210	PB	82	$7,6 \cdot 10^3$	B- A G CI	$1 \cdot 10^{-7}$	I
INDE	129	I	53	$6,2 \cdot 10^9$	B- G CI	$2 \cdot 10^{-7}$	III
CURIUM	248	CM	96	$1,7 \cdot 10^8$	A G	$4 \cdot 10^{-7}$	I
STRONTIUM	90	SR	38	$2,9 \cdot 10^1$	B-(IE)	$4 \cdot 10^{-7}$	II-A
URANIUM	NAT	U	92			$6 \cdot 10^{-7}$	III
URANIUM	238	U	92	$1,6 \cdot 10^{12}$	A CI	$6 \cdot 10^{-7}$	III
POLONIUM	210	PO	84	$1,4 \cdot 10^2$	A	$7 \cdot 10^{-7}$	I
RADIUM	223	RA	88	$1,2 \cdot 10^1$	A G CI	$7 \cdot 10^{-7}$	I
URANIUM	232	U	92	$2,6 \cdot 10^4$	A CI	$8 \cdot 10^{-7}$	I
FERMIUM	256	FM	100	$1,1 \cdot 10^{-1}$	A G CI	$9 \cdot 10^{-7}$	II-A
PROTACTINIUM	231	PA	91	$1,2 \cdot 10^7$	A G CI	$9 \cdot 10^{-7}$	I
ASTATE	211	AT	85	$3 \cdot 10^{-1}$	A CE	$1 \cdot 10^{-6}$	II-A
INDE	126	I	53	$1,3 \cdot 10^1$	B-(IE) B+(IE) G CE	$1 \cdot 10^{-6}$	II-A
INDE	131	I	53	8	B-(IE) G CI	$1 \cdot 10^{-6}$	II-A
THORIUM	NAT	TH	90			$1 \cdot 10^{-6}$	III
ACTINIUM	227	AC	89	$7,9 \cdot 10^3$	A B- G CI	$2 \cdot 10^{-6}$	I
RADIUM	224	RA	88	3,6	A G CI	$2 \cdot 10^{-6}$	II-A
THORIUM	230	TH	90	$2,9 \cdot 10^7$	A G CI	$2 \cdot 10^{-6}$	I
THORIUM	232	TH	90	$5,1 \cdot 10^{12}$	A CI	$2 \cdot 10^{-6}$	III
URANIUM	230	U	92	$2,1 \cdot 10^1$	A G CI	$2 \cdot 10^{-6}$	I
NEPTUNIUM	237	NP	93	$7,8 \cdot 10^8$	A G CI	$3 \cdot 10^{-6}$	I
AMERICIUM	241	AM	95	$1,6 \cdot 10^5$	A G CI	$4 \cdot 10^{-6}$	I
AMERICIUM	242*	AM	95	$6,7 \cdot 10^{-1}$	A G CI	$4 \cdot 10^{-6}$	I
AMERICIUM	243	AM	95	$2,9 \cdot 10^6$	A G CI	$4 \cdot 10^{-6}$	I
CALIFORNIUM	249	CF	98	$1,3 \cdot 10^5$	A G	$4 \cdot 10^{-6}$	I
CALIFORNIUM	251	CF	98	$2,9 \cdot 10^5$	A G	$4 \cdot 10^{-6}$	I
CURIUM	245	CM	96	$3,4 \cdot 10^6$	A G	$4 \cdot 10^{-6}$	I
CURIUM	246	CM	96	$2 \cdot 10^6$	A	$4 \cdot 10^{-6}$	I
CURIUM	247	CM	96	$5,8 \cdot 10^9$	A	$4 \cdot 10^{-6}$	II-A

T-2.3

	1	2	3	4	5	6	7
LANTHANE	140	LA	57	1,7	B-(IE) G CI	2.10-5	II-B
MERCURE	203	HG	80	4,7.10+1	B- G CI	2.10-5	II-B
PHOSPHORE	32	P	15	6.10-1	B-(IE)	2.10-5	II-B
PLOMB	212	PB	82	4,4.10-1	B-(IE) G CI	2.10-5	II-A
POTASSIUM	42	K	19	5,2.10-1	B-(IE) G	2.10-5	II-B
RUBIDIUM	96	RB	37	1,9.10+1	B-(IE) G	2.10-5	II-B
TELLURE	129*	TE	52	3,4.10+1	B-(IE)	2.10-5	II-A
TELLURE	132	TE	52	3,3	B- G CI	2.10-5	II-B
THORIUM	227	TH	90	1,8.10+1	A G CI	2.10-5	I
THORIUM	234	TH	90	2,4.10+1	B- G CI	2.10-5	II-A
YTTRIUM	90	Y	39	2,7	B-(IE)	2.10-5	II-B
ZIRCONIUM	97	ZR	40	7,1.10-1	B-(IE) G	2.10-5	II-B
ANTIMOINE	122	SB	51	2,8	B+ B-(IE) G CE	3.10-5	II-B
ARGENT	110*	AG	47	2,5.10+2	B-(IE) G CI	3.10-5	II-A
CADMIUM	115*	CD	48	4,3.10+1	B-(IE) G	3.10-5	II-A
CADMIUM	115	CD	48	2,2	B-(IE) G	3.10-5	II-B
CALCIUM	47	CA	20	4,5	B-(IE) G	3.10-5	II-B
COBALT	60	CO	27	1,9.10+3	B-(IE) G	3.10-5	II-A
EINSTEINIUM	255	ES	99	3,8.10+1	A B-	3.10-5	I
FERMIUM	255	FM	100	8,4.10-1	A G CI	3.10-5	II-A
HOLMIUM	166	HO	67	1,1.10+4	B-(IE) CI G	3.10-5	II-B
IODE	132	I	53	9,6.10-2	B-(IE) G	3.10-5	II-B
IRIDIUM	194	IR	77	7,4.10-1	B-(IE) G CI	3.10-5	II-B
MANGANESE	52	MN	25	5,7	B+(IE) G CE	3.10-5	II-B
NICKEL	63	NI	28	3,3.10+4	B-	3.10-5	II-B
PRASEODYME	142	PR	59	8.10-1	B-(IE) G	3.10-5	II-B
RHENIUM	188	RE	75	6,9.10-1	B-(IE) G CI	3.10-5	II-B
SCANDIUM	48	SC	21	1,8	B-(IF) G	3.10-5	II-B
SODIUM	22	NA	11	9,5.10+2	B+(IE) G CE	3.10-5	II-A
SODIUM	24	NA	11	6,4.10-1	B-(IE) G	3.10-5	II-B
URANIUM		U	92			3.10-5	II-B
VANADIUM	48	V	23	1,6.10+1	CE B+(IE) G	3.10-5	II-B

T-2.5

	1	2	3	4	5	6	7
SAMARIUM	147	SM	62	3,8.10+13	A	6.10-5	III
SOUFRE	35	S	16	8,8.10+1	B-	6.10-5	II-B
STPONTIUM	92	SR	38	1,1.10-1	B-(IE) G	6.10-5	II-B
THALLIUM	204	TL	81	1,4.10+3	B-(IF) G CE	6.10-5	II-A
TUNGSTENE	187	W	74	1	B-(IE) G CI	6.10-5	II-B
YTTRIUM	92	Y	39	1,4.10-1	B-(IE) G	6.10-5	II-B
ZIRCONIUM	95	ZR	40	6,5.10+1	R-(IE) G	6.10-5	II-A
HAFNIUM	181	HF	72	4,3.10+1	B-(IE) G CI	7.10-5	II-A
NEODYME	144	ND	60	8,8.10+17	A	7.10-5	III
OSMIUM	185	OS	76	9,4.10+1	CE G CI	7.10-5	II-B
PALLADIUM	109	PD	46	5,6.10-1	B-(IE) G	7.10-5	II-B
THALLIUM	202	TL	81	1,2.10+1	G CI CE	7.10-5	II-B
ZINC	69*	ZN	30	5,8.10-1	G CI	7.10-5	II-B
ARSENIC	77	AS	33	1,6	R-(IE) G	8.10-5	II-B
ETAIN	113	SN	50	1,2.10+2	G CE	8.10-5	II-B
EUROPIUM	152	EU	63	4,4.10+3	B-(IE) G CE CI	8.10-5	II-A
GADOLINIUM	159	GD	64	7,5.10-1	R-(IE) G CI	8.10-5	II-B
RUTHENIUM	103	RU	44	4.10+1	R-(IE) G CI	8.10-5	II-B
SAMARIUM	153	SM	62	2	R-(IE) G CI	8.10-5	II-B
ACTINIUM	228	AC	89	2,6.10-1	B-(IE) G CI	9.10-5	II-A
CERIUM	141	CE	58	3,2.10+1	B-(IE) G CI	9.10-5	II-B
COBALT	58	CO	27	7,1.10+1	R+(IE) G CE	9.10-5	II-B
ERBIUM	169	ER	68	9,4	B-(IE) CI G	9.10-5	II-B
INDIUM	115	IN	49	2,2.10+17	B-(IE)	9.10-5	III
SCANDIUM	47	SC	21	3,4	B-(IE) G CI	9.10-5	II-B
AMERICIUM	242	AM	95	5,5.10+4	B-(IE) G CI	1.10-4	II-A
ANTIMOINE	125	SB	51	1.10+3	B-(IE) G CI	1.10-4	II-A
ARGENT	105	AG	47	4.10+1	G CI CE	1.10-4	II-B
CALIFORNIUM	253	CF	98	1,7.10+1	B- A	1.10-4	II-A
CESIUM	135	CS	55	1,1.10+9	B-	1.10-4	III
ERBIUM	171	ER	68	3,1.10-1	B-(IE) CI G	1.10-4	II-B
FERMIUM	254	FM	100	1,4.10-1	A G CI	1.10-4	II-B

T-2.6

	1	2	3	4	5	6	7
LUTECIUM	177	LU	71	6,7	B-(IE) G CI	1.10-4	II-B
MANGANESE	54	MN	25	3,1.10+2	G CE	1.10-4	II-A
MANGANESE	56	MN	25	1,1.10-1	B-(IE) G	1.10-4	II-B
NEPTUNIUM	239	NP	93	2,4	R-(IE) G CI	1.10-4	II-B
NICKEL	65	NI	28	1,1.10-1	B-(IE) G	1.10-4	II-B
NIObIUM	95	NR	41	3,5.10+1	B- G	1.10-4	II-B
OR	196	AU	79	6,1	B- G CI CE	1.10-4	II-B
PLATINE	191	PT	78	3	CE G CI	1.10-4	II-B
PLATINE	193*	PT	78	4,3	G CI	1.10-4	III
PLATINE	197	PT	78	7,5.10-1	B-(IE) G CI	1.10-4	II-B
PROTACTINIUM	233	PA	91	2,7.10+1	B-(IE) G CI	1.10-4	II-B
RHODIUM	105	RH	45	1,5	B-(IE) G	1.10-4	II-B
RUBIDIUM	87	RB	37	1,8.10+13	B-(IE)	1.10-4	III
RUTHENIUM	105	RU	44	1,9.10-1	B-(IE) G	1.10-4	II-B
STRONTIUM	85	SR	38	6,5.10+1	G CE CI	1.10-4	II-B
TELLURE	125*	TE	52	5,8.10+1	G CI	1.10-4	II-B
TUNGSTENE	185	W	74	7,4.10+1	B-(IE)	1.10-4	II-B
YTTERBIUM	175	YB	70	4,2	B-(IE) G CI	1.10-4	II-B
ZINC	65	ZN	30	2,5.10+2	B+(IE) CE G	1.10-4	II-B
BARYUM	131	BA	56	1,2.10+1	CE G CI	2.10-4	II-B
BERKELIUM	250	BK	97	1,3.10-1	R-(IE) G CI	2.10-4	II-B
CADMIUM	109	CD	48	4,5.10+2	CE	2.10-4	II-B
CUIVRE	64	CU	29	5,3.10-1	(B- B+(IE))G CE CI	2.10-4	II-B
EUROPIUM	155	FU	63	6,6.10+2	B- G CI	2.10-4	II-B
GADOLINIUM	153	GD	64	2,4.10+2	G CE CI	2.10-4	II-B
IRIDIUM	190	IP	77	1,1.10+1	CE CI	2.10-4	II-B
MERCURE	197*	HG	80	1	G CE CI	2.10-4	II-B
NICKEL	59	NI	28	2,9.10+7	CE	2.10-4	III
OR	199	AU	79	3,2	B-(IE) G CI	2.10-4	II-B
OSMIUM	191	OS	76	1,5.10+1	B- G CI	2.10-4	II-B
PLUTONIUM	241	PU	94	4,8.10+3	B-	2.10-4	I
PROMETHIUM	147	PM	61	9,7.10+2	R-	2.10-4	II-B

T-2.7

	1	2	3	4	5	6	7
PROTACTINIUM	230	PA	91	1,7.10+1	B-(IE) A G CI CE	2.10-4	II-A
SILICIUM	31	SI	14	1,2.10-1	B-(IE)	2.10-4	II-B
TECHNETIUM	97*	TC	43	9.10+1	G CI	2.10-4	II-B
TECHNETIUM	99	TC	43	7,7.10+7	B-(IE)	2.10-4	II-B
TELLURE	127	TE	52	3,9.10-1	B-(IE) G	2.10-4	II-B
THALLIUM	200	TL	81	1,1	CE G CI	2.10-4	II-B
THALLIUM	201	TL	81	3	CE G CI	2.10-4	II-B
THORIUM	231	TH	90	1,1	B-(IE) G CI	2.10-4	II-B
MERCURE	197	HG	80	2,7	G CE CI	3.10-4	II-B
NEODYME	149	ND	60	7,5.10-2	B-(IE) G CI	3.10-4	II-B
PALLADIUM	103	PD	46	1,7.10+1	CE G	3.10-4	II-B
PLUTONIUM	243	PU	94	2,1.10-1	B-(IE) G CI	3.10-4	II-B
RHENIUM	183	RE	75	7,1.10+1	CE G CI	3.10-4	II-B
RUTHENIUM	97	RU	44	2,9	CE G CI	3.10-4	II-B
SELENIUM	75	SE	34	1,2.10+2	G CE CI	3.10-4	II-B
TUNGSTENE	181	W	74	1,4.10+2	CE G CI	3.10-4	II-B
BISMUTH	212	BI	83	4,2.10-2	A B-(IE) CI	4.10-4	II-B
CHLORE	38	CL	17	2,6.10-2	B-(IE) G	4.10-4	II-B
COBALT	57	CO	27	2,7.10+2	G CE	4.10-4	II-B
DYSPROSIUM	165	DY	66	9,7.10-2	B-(IE) G CI	4.10-4	II-B
INDIUM	115*	IN	49	1,9.10-1	B-(IE) G CI	4.10-4	II-B
NIOBIUM	93*	NB	41	5.10+3	G CI	4.10-4	II-B
PLOMB	203	PB	82	2,2	CE G CI	4.10-4	II-B
SAMARIUM	151	SM	62	3,2.10+4	B- G CI	4.10-4	II-B
ARSENIC	73	AS	33	8.10+1	CE G CI	5.10-4	II-B
FLUOR	18	F	9	7,6.10-2	B+(IE) CE	5.10-4	II-B
THULIUM	171	TM	69	7.10+2	B- G CI	5.10-4	II-B
BERKELIUM	249	BK	97	3,1.10+2	B- A	6.10-4	II-A
CARBONE	14	C	6	2,1.10+6	B-	8.10-4	II-B
FER	55	FE	26	9,9.10+2	CE G	8.10-4	II-B
TECHNETIUM	97	TC	43	9,5.10+8	CE G	8.10-4	II-B
TELLURE	129	TE	52	4,8.10-2	B-(IE) G CI	8.10-4	II-B

T-2.8

	1	2	3	4	5	6	7
ZIRCONIUM	93	ZR	40	$5,5 \cdot 10^{-8}$	B-	$8 \cdot 10^{-4}$	III
CESIUM	131	CS	55	9,7	CE G	$9 \cdot 10^{-4}$	II-B
NIOBIUM	97	NR	41	$5 \cdot 10^{-2}$	B-(IE) G	$9 \cdot 10^{-4}$	III
PLATINE	193	PT	78	$1,9 \cdot 10^{-5}$	CE	$9 \cdot 10^{-4}$	II-B
PLATINE	197*	PT	78	$5,4 \cdot 10^{-2}$	B-(IE) G CI	$9 \cdot 10^{-4}$	III
CESIUM	134*	CS	55	$1,2 \cdot 10^{-1}$	B-(IE) G CI	$1 \cdot 10^{-3}$	III
INDIUM	113*	IN	49	$7,1 \cdot 10^{-2}$	G CI	$1 \cdot 10^{-3}$	III
BERYLLIUM	7	BE	4	$5,3 \cdot 10^{-1}$	G CE	$2 \cdot 10^{-3}$	II-B
CHROME	51	CR	24	$2,8 \cdot 10^{-1}$	G CE	$2 \cdot 10^{-3}$	II-B
COBALT	58*	CO	27	$3,8 \cdot 10^{-1}$	G CI	$2 \cdot 10^{-3}$	III
CURIUM	249	CM	96	$4,4 \cdot 10^{-2}$	B-(IE)	$2 \cdot 10^{-3}$	III
GERMANIUM	71	GE	32	$1,1 \cdot 10^{-1}$	CE G	$2 \cdot 10^{-3}$	III
OSMIUM	191*	OS	76	$5,4 \cdot 10^{-1}$	G CI	$2 \cdot 10^{-3}$	III
RHENIUM	187	RE	75	$1,5 \cdot 10^{-13}$	B-	$2 \cdot 10^{-3}$	III
ZINC	69	ZN	30	$3,9 \cdot 10^{-2}$	B-(IE)	$2 \cdot 10^{-3}$	III
HYDROGENE	3	H	1	$4,5 \cdot 10^{-3}$	B-	$3 \cdot 10^{-3}$	III
TECHNETIUM	99*	TC	43	$2,5 \cdot 10^{-1}$	G CI	$3 \cdot 10^{-3}$	III
YTRIUM	91*	Y	39	$3,5 \cdot 10^{-2}$	G CI	$3 \cdot 10^{-3}$	III
AMERICIUM	244	AM	95	$4,2 \cdot 10^{-1}$	B-(IE) CI	$5 \cdot 10^{-3}$	II-B
STRONTIUM	95*	SR	38	$4,9 \cdot 10^{-2}$	CE G CI	$7 \cdot 10^{-3}$	III
RHODIUM	103*	RH	45	$3,9 \cdot 10^{-2}$	G CI	$1 \cdot 10^{-2}$	III
TECHNETIUM	96*	TC	43	$3,6 \cdot 10^{-2}$	G CI	$1 \cdot 10^{-2}$	III

TABLEAU 3

**CONCENTRATIONS MAXIMALES ADMISSIBLES
DES RADIONUCLEIDES DANS L'AIR**

Classement des radionucléides par ordre décroissant de radiotoxicité

N° de la colonne	Nature des renseignements
1	Radionucléide (* pour les isomères).
2	Symbole chimique.
3	Numéro atomique.
4	Période en jours.
5	Nature des rayonnements émis dans plus de 1 % des désintégrations : A pour alpha. B pour bêta ; (IE) après B indique que le radionucléide est émetteur β d'énergie supérieure à 0,3 MeV pour plus de 1 % des désintégrations et est donc susceptible de produire une irradiation externe de la peau en cas de contamination surfacique de celle-ci ou des vêtements (voir paragraphe 1.142 - note du chapitre I). G pour gamma. CE pour capture électronique. CI pour conversion interne.
6	CMA-air la plus restrictive (élément sous forme soluble ou insoluble) exprimée en curie par mètre cube <u>pour une exposition de 40 heures par semaine concernant les personnes directement affectées aux travaux sous rayonnements.</u>
7	Groupe de radiotoxicité (Annexe II du décret 67-228 du 15 mars 1967) : I pour groupe I II-A pour groupe II-A II-B pour groupe II-B III pour groupe III radiotoxicité décroissante Le groupe de radiotoxicité tient compte à la fois de la valeur de la CMA et de l'activité massique du radionucléide ; il indique très grossièrement une gradation dans le niveau de contamination possible en cas d'accident.

T-3.1

	1	2	3	4	5	6	7
CURIUM	248	CM	96	$1,7 \cdot 10^{+8}$	A G	$6,0 \cdot 10^{-13}$	I
PROTACTINIUM	231	PA	91	$1,2 \cdot 10^{+7}$	A G CI	$1,2 \cdot 10^{-12}$	I
CALIFORNIUM	249	CF	98	$1,3 \cdot 10^{+5}$	A G	$1,5 \cdot 10^{-12}$	I
CALIFORNIUM	251	CF	98	$2,9 \cdot 10^{+5}$	A G	$1,8 \cdot 10^{-12}$	I
PLUTONIUM	239	PU	94	$8,9 \cdot 10^{+6}$	A CI	$1,8 \cdot 10^{-12}$	I
PLUTONIUM	240	PU	94	$2,4 \cdot 10^{+6}$	A CI	$1,8 \cdot 10^{-12}$	I
PLUTONIUM	242	PU	94	$1,4 \cdot 10^{+8}$	A	$1,8 \cdot 10^{-12}$	I
PLUTONIUM	244	PU	94	$2,9 \cdot 10^{+10}$	A	$1,8 \cdot 10^{-12}$	II-A
PLUTONIUM	238	PU	94	$3,1 \cdot 10^{+4}$	A CI	$2,1 \cdot 10^{-12}$	I
ACTINIUM	227	AC	89	$7,9 \cdot 10^{+3}$	A B- G CI	$2,4 \cdot 10^{-12}$	I
THORIUM	230	TH	90	$2,9 \cdot 10^{+7}$	A G CI	$2,4 \cdot 10^{-12}$	I
NEPTUNIUM	237	NP	93	$7,8 \cdot 10^{+8}$	A G CI	$3,0 \cdot 10^{-12}$	I
AMERICIUM	241	AM	95	$1,6 \cdot 10^{+5}$	A G CI	$6,0 \cdot 10^{-12}$	I
AMERICIUM	242*	AM	95	$6,7 \cdot 10^{-1}$	A G CI	$6,0 \cdot 10^{-12}$	I
AMERICIUM	243	AM	95	$2,9 \cdot 10^{+6}$	A G CI	$6,0 \cdot 10^{-12}$	I
CALIFORNIUM	250	CF	98	$34,7 \cdot 10^{+3}$	A G CI	$6,0 \cdot 10^{-12}$	I
CALIFORNIUM	252	CF	98	$9,7 \cdot 10^{+2}$	A G	$6,0 \cdot 10^{-12}$	I
CALIFORNIUM	254	CF	98	$6 \cdot 10^{+1}$	A	$6,0 \cdot 10^{-12}$	I
CURIUM	243	CM	96	$1,3 \cdot 10^{+4}$	A CI G	$6,0 \cdot 10^{-12}$	I
CURIUM	245	CM	96	$3,4 \cdot 10^{+6}$	A G	$6,0 \cdot 10^{-12}$	I
CURIUM	246	CM	96	$2 \cdot 10^{+6}$	A	$6,0 \cdot 10^{-12}$	I
CURIUM	247	CM	96	$5,8 \cdot 10^{+9}$	A	$6,0 \cdot 10^{-12}$	II-A
THORIUM	228	TH	90	$6,9 \cdot 10^{+2}$	A G CI	$6,0 \cdot 10^{-12}$	I
CURIUM	244	CM	96	$6,4 \cdot 10^{+3}$	A G CI	$9,0 \cdot 10^{-12}$	I
EINSTEINIUM	254	ES	99	$2,8 \cdot 10^{+2}$	A G CI	$1,8 \cdot 10^{-11}$	I
URANIUM	232	U	92	$2,6 \cdot 10^{+4}$	A CI	$2,7 \cdot 10^{-11}$	I
RADIUM	226	PA	88	$5,9 \cdot 10^{+5}$	A G CI	$3,0 \cdot 10^{-11}$	I
RADIUM	228	PA	88	$2,4 \cdot 10^{+3}$	B- G CI	$3,0 \cdot 10^{-11}$	I
THORIUM	NAT	TH	90			$3,0 \cdot 10^{-11}$	III
THORIUM	232	TH	90	$5,1 \cdot 10^{+12}$	A CI	$3,0 \cdot 10^{-11}$	III
SAMARIUM	147	SM	62	$2,9 \cdot 10^{+13}$	A	$6,0 \cdot 10^{-11}$	III
URANIUM	NAT	U	92			$6,0 \cdot 10^{-11}$	III

	1	2	3	4	5	6	7
* NEDDYKE	144	ND	66	5,8.10+17	A	9,0.10-11	III
* PLUTONIUM	241	PU	94	4,8.10+3	B-	9,0.10-11	I
* URANIUM	238	U	92	1,6.10+12	A CI	9,0.10-11	III
* CURTUM	242	CM	96	1,6.10+2	A G CI	1,2.10-10	I
* PLUMB	210	PO	82	7,6.10+3	B- A G CI	1,2.10-10	I
* URANIUM	230	U	92	2,1.10+1	A G CI	1,2.10-10	I
* URANIUM	233	U	92	5,8.10+7	A G CI	1,2.10-10	I
* URANIUM	234	U	92	9.10+7	A	1,2.10-10	I
* URANIUM	235	U	92	2,6.10+11	A G	1,2.10-10	III
* URANIUM	236	U	92	8,8.10+9	A CI	1,2.10-10	II-A
* THORIUM	227	TH	90	1,8.10+1	A G CI	1,8.10-10	I
* POLONIUM	210	PO	84	1,4.10+2	A	2,1.10-10	I
* RADIUM	223	PA	88	1,2.10+1	A G CI	2,4.10-10	I
* EINSTEINIUM	255	ES	99	3,8.10+1	A B-	3,0.10-10	I
* FINSTEINIUM	253	ES	99	2.10+1	A G CI	6,0.10-10	II-A
* RADIUM	224	PA	88	3,6	A G CI	6,0.10-10	II-A
* BERKELIUM	249	BK	97	3,1.10+2	B- A	9,0.10-10	II-A
* CALIFORNIUM	253	CF	98	1,7.10+1	B- A	9,0.10-10	II-A
* IODE	129	I	53	6,2.10+9	B- G CI	9,0.10-10	III
* PROTACTINIUM	230	PA	91	1,7.10+1	B-(IE) A G CI CE	9,0.10-10	II-A
* STRONTIUM	90	SR	38	2,9.10+1	B-(IE)	1,2.10- 9	II-A
* FERMIUM	255	FM	100	1,1.10-1	A G CI	1,8.10- 9	II-A
* ASTATE	211	AT	85	3.10-1	A CE	3,0.10- 9	II-A
* FIROPIUM	154	FU	63	5,8.10+3	B-(IE) G CI	3,0.10- 9	II-A
* BISMUTH	210	BI	83	1,1.10+9	B-(IE) A G	6,0.10- 9	II-A
* CERIUM	144	CE	58	2,8.10+2	B-(IE) G CI	6,0.10- 9	II-A
* FINSTEINIUM	254*	ES	99	1,6	B-(IE) G CF	6,0.10- 9	II-A
* IODE	126	I	53	1,3.10+1	B-(IE) B+(IE) G CE	6,0.10- 9	II-A
* IODE	131	I	53	8	B-(IE) G CI	6,0.10- 9	II-A
* RUTHENIUM	106	RU	44	3,7.10+2	B-	6,0.10- 9	II-A
* ARGENT	110*	AG	47	2,5.10+2	B-(IE) G CI	9,0.10- 9	II-A
* COBALT	60	CO	27	1,9.10+3	B-(IE) G	9,0.10- 9	II-A

	1	2	3	4	5	6	7
SODIUM	23	NA	11	$9,5 \cdot 10^2$	B-(IF) G CE	$9,0 \cdot 10^{-9}$	II-A
CESIUM	134	CS	55	$7,4 \cdot 10^2$	B-(IE) G	$1,2 \cdot 10^{-8}$	II-A
EUROPIUM	152	EU	63	$4,4 \cdot 10^3$	B-(IE) G CE CI	$1,2 \cdot 10^{-8}$	II-A
FERMIUM	255	FM	100	$8,4 \cdot 10^{-1}$	A G CI	$1,2 \cdot 10^{-8}$	II-A
BISMUTH	207	BI	83	$1,1 \cdot 10^4$	CE G	$1,5 \cdot 10^{-8}$	II-A
CESIUM	137	CS	55	$1,1 \cdot 10^4$	B-(IE) G CI	$1,5 \cdot 10^{-8}$	II-A
IODE	133	I	53	$8,8 \cdot 10^{-1}$	B-(IF) G	$1,5 \cdot 10^{-8}$	II-A
ACTINIUM	228	AC	89	$2,6 \cdot 10^{-1}$	B-(IF) G CI	$1,8 \cdot 10^{-8}$	II-A
PLUMB	212	PB	82	$4,4 \cdot 10^{-1}$	B-(IE) G CI	$1,8 \cdot 10^{-8}$	II-A
ANTIMONE	124	SB	51	$6 \cdot 10^1$	B-(IE) G CI	$2,1 \cdot 10^{-8}$	II-A
INDIUM	114*	IN	49	$6,90 \cdot 10^1$	CE G CI	$2,1 \cdot 10^{-8}$	II-A
TANTALE	182	TA	73	$1,2 \cdot 10^2$	B-(IE) G CI	$2,1 \cdot 10^{-8}$	II-A
CHLORE	36	CL	17	$1,1 \cdot 10^8$	B-(IF) CE	$2,4 \cdot 10^{-8}$	II-A
SCANDIUM	46	SC	21	$8,4 \cdot 10^1$	B-(IF) G	$2,4 \cdot 10^{-8}$	II-A
ANTIMONE	125	SB	51	$1 \cdot 10^3$	B-(IF) G CI	$2,7 \cdot 10^{-8}$	II-A
IRIDIUM	192	IP	77	$7,4 \cdot 10^1$	B-(IF) G CI	$2,7 \cdot 10^{-8}$	II-A
THALLIUM	204	TL	81	$1,4 \cdot 10^3$	B-(IE) G CE	$2,7 \cdot 10^{-8}$	II-A
AMERICIUM	242	AM	95	$6,5 \cdot 10^4$	B-(IF) G CI	$3,0 \cdot 10^{-8}$	II-A
CADMIUM	115*	CD	48	$4,3 \cdot 10^1$	B-(IE) G	$3,0 \cdot 10^{-8}$	II-A
CALCIUM	45	CA	20	$1,7 \cdot 10^2$	B-	$3,0 \cdot 10^{-8}$	II-A
HAFNIUM	181	HF	72	$4,3 \cdot 10^1$	B-(IE) G CI	$3,0 \cdot 10^{-8}$	II-A
INDIUM	115	IN	49	$2,2 \cdot 10^1$	B-(IF)	$3,0 \cdot 10^{-8}$	III
MANGANESE	54	MN	25	$3,1 \cdot 10^2$	G CE	$3,0 \cdot 10^{-8}$	II-A
STRONTIUM	88	SP	38	$5,2 \cdot 10^1$	B-(IE)	$3,0 \cdot 10^{-8}$	II-A
TELLURE	127*	TE	52	$1,1 \cdot 10^2$	B-(IF) G CI	$3,0 \cdot 10^{-8}$	II-A
TELLURE	129*	TE	52	$3,4 \cdot 10^1$	B-(IE)	$3,0 \cdot 10^{-8}$	II-A
TERBIUM	160	TR	65	$7,2 \cdot 10^1$	B-(IE) G CI	$3,0 \cdot 10^{-8}$	II-A
THORIUM	234	TH	90	$2,4 \cdot 10^1$	B- G CI	$3,0 \cdot 10^{-8}$	II-A
THULIUM	170	TM	69	$1,3 \cdot 10^2$	B-(IF) G CI	$3,0 \cdot 10^{-8}$	II-A
YTRIUM	91	Y	39	$5,9 \cdot 10^1$	B-(IE) G	$3,0 \cdot 10^{-8}$	II-A
ZIRCONIUM	95	ZF	40	$6,5 \cdot 10^1$	B-(IF) G	$3,0 \cdot 10^{-8}$	II-A
CADMIUM	109	CD	48	$4,5 \cdot 10^2$	CE	$6,0 \cdot 10^{-8}$	II-B

1	2	3	4	5	6	7
POTASSIUM	42	K	5,2.10-1	B-(IE) G	1,2.10-7	11-B
SELENIUM	75	SE	1,2.10+2	G CE CI	1,2.10-7	11-B
STANNIUM	85	SN	6,5.10+1	G CE CI	1,2.10-7	11-B
TELLURE	125*	TE	5,9.10+1	G CI	1,2.10-7	11-B
TELLUR	132	TE	3,3	B- G CI	1,2.10-7	11-B
THULIUM	171	TM	7,10+2	B- G CI	1,2.10-7	11-B
TUNGSTEN	181	W	1,4.10+2	CE G CI	1,2.10-7	11-B
TUNGSTENE	185	W	7,4.10+1	B-(IE)	1,2.10-7	11-B
ZINCUM	93	ZN	5,5.10+8	B-	1,2.10-7	11-I
ANTI-MON	122	SB	2,8	B+ B-(IE) G CE	1,5.10-7	11-B
ARFVELIUM	250	BK	1,3.10-1	B-(IE) G CI	1,5.10-7	11-B
BISMUTH	206	BI	6,2	CE G CI	1,5.10-7	11-B
CERIUM	141	CE	3,2.10+1	B-(IE) G CI	1,5.10-7	11-B
IRIDIUM	194	IR	7,4.10-1	B-(IE) G CI	1,5.10-7	11-B
MANGANESE	52	MN	5,7	B+(IE) G CE	1,5.10-7	11-B
PRAESODYME	142	PR	8.10-1	B-(IE) G	1,5.10-7	11-B
PHENIUM	183	RE	7,1.10+1	CE G CI	1,5.10-7	11-B
SCANDIUM	48	SC	1,8	B-(IE) G	1,5.10-7	11-B
SODIUM	24	NA	6,4.10-1	B-(IE) G	1,5.10-7	11-B
TECHNETIUM	97*	TC	9.10+1	G CI	1,5.10-7	11-B
YTRIUM	93	Y	4,2.10-1	B-(IE) G	1,5.10-7	11-B
PRIME	92	RQ	1,5	B-(IE) G	1,8.10-7	11-B
CADMIUM	115	CD	2,2	B-(IE) G	1,8.10-7	11-B
CALCIUM	47	CA	4,5	B-(IE) G	1,8.10-7	11-B
CESIUM	136	CS	1,3.10+1	B-(IE) G CI	1,8.10-7	11-B
CORAL	57	CO	2,7.10+2	G CE	1,8.10-7	11-B
GALLIUM	72	GA	5,9.10-1	B-(IE) G	1,8.10-7	11-B
HELIUM	156	HO	1,1.10+4	B-(IE) CI G	1,8.10-7	11-B
PRAESODYME	143	PR	1,4.10+1	B-(IE)	1,8.10-7	11-B
OPHTHALMIUM	233	PA	2,7.10+1	B-(IE) G CI	1,8.10-7	11-B
PHENIUM	188	PE	6,9.10-1	B-(IE) G CI	1,8.10-7	11-B
TELLUR	131*	TE	1,2	B-(IE) G CI	1,8.10-7	11-B

	1	2	3	4	5	6	7
URANIUM		U	92			1,8.10-7	II-B
CERIUM	143	CE	58	1,4	B-(IE) G CI	2,1.10-7	II-B
DYSPROSIUM	166	DY	66	3,4	B-(IE) G CI	2,1.10-7	II-B
MOLYBDENE	90	MO	42	2,8	B-(IE) G CI	2,1.10-7	II-B
ARGENT	111	AG	47	7,5	B-(IE) G CI	2,4.10-7	II-B
NEODYME	147	ND	60	1,1.10+1	B-(IE) G CI	2,4.10-7	II-B
OR	198	AU	79	2,7	B-(IE) G CI	2,4.10-7	II-B
PROMETHIUM	149	PM	61	2,2	B-(IE) G	2,4.10-7	II-B
RHENIUM	186	RE	75	3,8	B-(IE) G CI CE	2,4.10-7	II-B
TECHNETIUM	96	TC	43	4,3	G	2,4.10-7	II-B
THALLIUM	202	TL	81	1,2.10+1	G CI CE	2,4.10-7	II-B
OSMIUM	193	OS	76	1,3	B-(IE) G CI	2,7.10-7	II-B
SOUFRE	35	S	16	8,9.10+1	R-	2,7.10-7	II-B
STRONTIUM	91	SR	38	4.10-1	B-(IE) G	2,7.10-7	II-B
ARSENIC	73	AS	33	8.10+1	CE G CI	3,0.10-7	II-B
ARSENIC	77	AS	33	1,6	B-(IE) G	3,0.10-7	II-B
PARYUM	131	RA	56	1,2.10+1	CE G CI	3,0.10-7	II-B
ERBIUM	160	ER	68	9,4	B-(IE) CI G	3,0.10-7	II-B
EUROPIUM	152*	EU	63	3,9.10-1	B-(IE) CE CI G	3,0.10-7	II-B
GADOLINIUM	150	GD	64	7,5.10-1	B-(IE) G CI	3,0.10-7	II-B
IODE	134	I	53	3,6.10-2	B-(IE) G	3,0.10-7	II-B
IPIDIUM	190	IF	77	1,1.10+1	CE CI	3,0.10-7	II-B
OSMIUM	191	OS	76	1,5.10+1	R- G CI	3,0.10-7	II-B
PALLADIUM	109	PD	46	5,6.10-1	B-(IE) G	3,0.10-7	II-B
PLATINE	193	PT	78	1,8.10+5	CE	3,0.10-7	II-B
RADON	220	RN	86	6,3.10-4	A	3,0.10-7	II-B
RADON	222	RN	86	3,8	A	3,0.10-7	II-B
SAMARIUM	153	SM	62	2	B-(IE) G CI	3,0.10-7	II-B
STRONTIUM	92	SR	38	1,1.10-1	B-(IE) G	3,0.10-7	II-B
TECHNETIUM	97	TC	43	9,5.10+8	CE G	3,0.10-7	II-B
TUNGSTENE	187	W	74	1	B-(IE) G CI	3,0.10-7	II-B
YTRIUM	92	Y	39	1,4.10-1	B-(IE) G	3,0.10-7	II-B

1	2	3	4	5	6	7
ZINC	69*	30	5,8.10-1	G CI	3,0.10-7	11-8
EPPIUM	171	68	3,1.10-1	R-(IE) CI G	6,0.10-7	11-8
LUTECIUM	177	71	6,7	R-(IE) G CI	6,0.10-7	11-8
MANGANESE	56	25	1,1.10-1	R-(IE) G	6,0.10-7	11-8
NEPTUNIUM	239	93	2,4	R-(IE) G CI	6,0.10-7	11-8
NICKEL	59	28	2,9.10+7	CE	6,0.10-7	11-8
NICKEL	65	28	1,1.10-1	R-(IE) G	6,0.10-7	11-8
NR	196	79	6,1	R- G CI CE	6,0.10-7	11-8
PLATINE	191	78	3	CE G CI	6,0.10-7	11-8
PLATINE	197	78	7,5.10-1	R-(IE) G CI	6,0.10-7	11-8
PHENIUM	187	75	1,5.10+13	R-	6,0.10-7	11-8
RHODIUM	105	45	1,5	R-(IE) G	6,0.10-7	11-8
RUTHENIUM	105	44	1,9.10-1	R-(IE) G	6,0.10-7	11-8
SCANDIUM	47	21	3,4	R-(IE) G CI	6,0.10-7	11-8
YTTERBIUM	175	70	4,2	R-(IE) G CI	6,0.10-7	11-8
FER	55	26	9,9.10+2	CE G	9,0.10-7	11-8
MERCURE	197*	80	1	G CE CI	9,0.10-7	11-8
OP	199	79	3,2	R-(IE) G CI	9,0.10-7	11-8
PALLADIUM	103	46	1,7.10+1	CE G	9,0.10-7	11-8
SILICIUM	31	14	1,2.10-1	R-(IE)	9,0.10-7	11-8
TELLURE	127	52	3,9.10-1	R-(IE) G	9,0.10-7	11-8
THALLIUM	201	81	3	CE G CI	9,0.10-7	11-8
BERYLLIUM	7	4	5,3.10+1	G CE	1,2.10-6	11-8
CUIVRE	64	29	5,3.10-1	(R- R+(IE)) G CE CI	1,2.10-6	11-8
MERCURE	197	80	2,7	G CE CI	1,2.10-6	11-8
THALLIUM	200	81	1,1	CE G CI	1,2.10-6	11-8
THORIUM	231	90	1,1	R-(IE) G CI	1,2.10-6	11-8
NEODYME	149	60	7,5.10-2	R-(IE) G CI	1,5.10-6	11-8
INDIUM	115*	49	1,9.10-1	R-(IE) G CI	1,8.10-6	11-8
PLOMB	203	82	2,2	CE G CI	1,8.10-6	11-8
PLUTONIUM	243	94	2,1.10-1	R-(IE) G CI	1,8.10-6	11-8
PUTHENIUM	97	44	2,9	CE G CI	1,8.10-6	11-8

T-3.8

	1	2	3	4	5	6	7
CHLORRE	38	CL	17	2,6.10-2	B-(IF) G	2,1.10- 6	II-B
DYSPROSIUM	165	DY	66	9,7.10-2	B-(IE) G CI	2,1.10- 6	II-B
CHROME	51	CR	24	2,8.10+1	G CE	2,4.10- 6	II-B
FLUOR	18	F	9	7,6.10-2	B+(IE) CE	2,7.10- 6	II-B
AMERICIUM	244	AM	95	4,2.10-1	B-(IE) CI	3,0.10- 6	II-B
CARBONE	14	C	6	2,1.10+6	B-	3,0.10- 6	II-B
CESIUM	131	CS	55	9,7	CE G	3,0.10- 6	II-B
TELLURE	129	TE	52	4,8.10-2	B-(IF) G CI	3,0.10- 6	II-P
CFSIUM	134*	CS	55	1,2.10-1	B-(IE) G CI	6,0.10- 6	III
GERMANIUM	71	GE	32	1,1.10+1	CE G	6,0.10- 6	III
HYDROGENE	3	H	1	4,5.10+3	B-	6,0.10- 6	III
INDIUM	113*	IN	49	7,1.10-2	G CI	6,0.10- 6	III
NIOBIUM	97	NB	41	5.10-2	B-(IE) G	6,0.10- 6	III
PLATINE	193*	PT	78	4,3	G CI	6,0.10- 6	III
PLATINF	197*	PT	78	5,4.10-2	B-(IE) G CI	6,0.10- 6	III
ZINC	69	ZN	30	3,2.10-2	B-(IE)	6,0.10- 6	III
COBALT	58*	CO	27	3,8.10-1	G CI	9,0.10- 6	III
OSMIUM	191*	OS	76	5,4.10-1	G CI	9,0.10- 6	III
CURIUM	249	CM	96	4,4.10-2	B-(IE)	1,2.10- 5	III
TECHNETIUM	99*	TC	43	2,5.10-1	G CI	1,5.10- 5	III
YTTRIUM	91*	Y	39	3,5.10-2	G CI	1,8.10- 5	III
STRONTIUM	85*	SR	38	4,9.10-2	CE G CI	3,0.10- 5	III
TECHNETIUM	96*	TC	43	3,6.10-2	G CI	3,0.10- 5	III
PHODIUM	103*	RH	45	3,9.10-2	G CI	6,0.10- 5	III