

**COMMENTAIRES SUR LE PROJET DE PROPOSITION DE
DIRECTIVE DU CONSEIL DU 6 JUILLET 1992
FIXANT LES NORMES DE BASE
RELATIVES A LA PROTECTION SANITAIRE
DE LA POPULATION ET DES TRAVAILLEURS
CONTRE LES DANGERS RESULTANT DES RAYONNEMENTS IONISANTS**

Roger Belbéoch

PREAMBULE A UNE ANALYSE CRITIQUE DU PROJET

I - La Commission Internationale de Protection radiologique (CIPR) dans sa Déclaration de Paris le 18 avril 1985 précisait que pour les membres du public la limite principale devait être de 1mSv par an. Ce n'est qu'à la fin de 1992 que le Conseil propose de modifier sa directive de 1980 et adopte le point de vue de la CIPR sur la radioprotection du public. Ce n'est que le 30 juin 1994 (article 55 du projet de directive) qu'il est prévu que les Etats membres mettent en application la nouvelle réglementation. Le délai entre la publication d'une recommandation de la CIPR et sa mise en application aura été de 9 ans dont environ 8 ans sont imputables à la Commission des Communautés Européennes. Il faut ajouter que la limite proposée en 1985 par la CIPR n'était pas une surprise car elle avait été préparée antérieurement par une série de remarques critiques concernant la limite qu'elle avait préconisée en 1977 dans sa publication 26 (cf pièce jointe).

II - La présentation adoptée par le Conseil sans aucune indication sur les raisons scientifiques, économiques et sociales qui l'ont conduit à modifier les limites de dose de la directive de 1980 ne permet pas d'appréhender correctement l'évolution des concepts en radioprotection depuis deux décennies. Ceci est certainement préjudiciable à une bonne application de la nouvelle directive. Dans ce cadre il aurait été important de présenter les nouvelles vues de la CIPR sur quelques points fondamentaux (Publication 60, 1991) :

1- Absence de seuil de dose en dessous duquel il n'y a aucun effet pour les effets stochastiques [non déterministes] (articles 19, 21, 62, 68, 69) : toute dose de rayonnement aussi faible soit-elle accroît le risque cancérogène et génétique .

Pour le moment la CIPR considère que l'accroissement du risque est proportionnel à la dose reçue.

2- Les effets cancérogènes sont réévalués à la hausse. Le facteur de risque adopté pour le public est plus élevé que celui adopté pour les travailleurs :

5 10^{-2} cancers mortels par sievert pour le public

4 10^{-2} cancers mortels par sievert pour les travailleurs

3- Les foetus et les jeunes enfants sont particulièrement sensibles au rayonnement et leur irradiation peut conduire à des retards mentaux sévères.

4- La radioprotection ne peut être fondée uniquement sur des critères sanitaires et scientifiques. La CIPR indique qu'il faut tenir compte de facteurs d'ordre social et économique. Le Conseil aurait dû expliciter les facteurs qu'il a pris en compte pour la rédaction de son projet de nouvelle directive.

5- Dans son article 124 la CIPR précise dans ses dernières recommandations (CIPR 60, 1991) sa conception des limites de dose «*Dans la pratique, plusieurs idées fausses sont apparues dans la définition et la fonction des limites de dose. En premier lieu, la limite de dose est largement, mais d'une façon erronée, considérée comme une ligne de démarcation entre l'inoffensif et le dangereux*». Ce point est

particulièrement important et permet de comprendre que pour la CIPR les limites de dose ne doivent pas être considérées comme des limites d'acceptabilité mais doivent être interprétées comme des limites d'**inacceptabilité**.

6- L'intensité du rayonnement naturel ne doit pas être pris comme référence d'acceptabilité (article 140).

III - Les limites de dose proposées par la nouvelle directive conduisent, en adoptant les facteurs de risque du rayonnement estimés récemment par la CIPR, à des risques environ 10 fois supérieurs à ceux qui étaient considérés comme acceptables en 1977 par la CIPR.

IV - Il n'est affirmé nulle part dans la directive que le but d'un système de radioprotection est d'assurer une protection sanitaire des individus. Cette contrainte devrait passer avant les contraintes économiques et sociales qui sont très souvent mises en avant sans que pour autant leur nature soit précisée.

V - Si, comme l'affirme la CIPR, *«les effets stochastiques [cancérogènes et génétiques] ne peuvent être complètement évités car pour ceux-ci on ne peut invoquer l'existence d'un seuil»*(article 100), il n'est pas possible de fixer des limites de dose sans qu'implicitement on déclare comme **acceptables** certains détriments (cancers et effets génétiques graves) pour les travailleurs et la population. Une procédure démocratique aurait dû commencer par une consultation des personnes devant subir les détriments du rayonnement (ou au moins de leurs représentants élus) sur les niveaux de risque qu'elles seraient prêtes à accepter. De plus il est anormal que le Conseil, pour accompagner son projet de nouvelle directive, n'ait pas fourni les rapports des comités d'experts qui ont été consultés au préalable et ont servi de base à ce projet.

EXPOSE DES MOTIFS

Dans l'exposé des motifs, il est dit au paragraphe 3 concernant les objectifs de la Commission pour la directive sur la radioprotection :

«donner à la radioprotection un fondement technique et scientifique solide»

Comme la Commission se réfère aux recommandations de la CIPR (Commission Internationale de Protection Radiologique) il est bon de citer quelques uns des articles de ses dernières recommandations à ce sujet (CIPR publication 60, 1991) :

«[Le] but ne peut être atteint sur la base des seuls concepts scientifiques» (article 15).

«Le cadre de base de la protection radiologique doit inclure nécessairement des jugements d'ordre social aussi bien que scientifiques» (article 100).

L'article 112 indique que dans la pratique, il faut tenir compte des *«facteurs économiques et sociaux»*. *«L'approche multifactorielle de la Commission pour la sélection des limites de doses, inclut nécessairement des jugements sociaux aux divers facteurs de risque» (article 170).*

«La Commission a trouvé qu'il était utile [pour définir le risque] d'utiliser trois mots pour indiquer le degré de tolérabilité d'une irradiation. Ils ont nécessairement un caractère **subjectif**» [souligné par nous] (article 150).

Il est donc bien évident à la lecture des recommandations de la CIPR dans sa publication 60, que la CIPR a renoncé à établir ses limites de doses admissibles sur des bases objectives scientifiques ou techniques. Des éléments socio-économiques interviennent dans ses recommandations sans que ceux-ci soient clairement explicités. Il est donc faux, en se recommandant de la CIPR, de laisser croire que les normes de radioprotection proposées par la présente directive auront uniquement un fondement technique et scientifique solide. La Commission devrait dans l'exposé des motifs indiquer les conditions socio-économiques qui sont à la base de son projet de décisions. Il serait bon de préciser que **la protection sanitaire des populations doit être l'élément déterminant pour l'établissement d'un système de radioprotection et qu'en aucun cas celui-ci ne doit être fondé sur des considérations essentiellement économiques.**

LE PROJET DE DIRECTIVE

ARTICLE PREMIER

Définition d'une «exposition d'urgence» :

Il est mis sur le même plan :

«porter secours à des personnes, empêcher l'exposition d'un grand nombre de personnes», et

«sauver une entreprise ou une source de grande valeur»

Il s'agit cependant de deux types de situations très différentes, les premières concernent la protection sanitaire d'individus en danger, les secondes concernent la protection d'intérêts économiques d'entreprises. Aucune indication n'est donnée par la directive concernant l'équivalence entre des vies en danger et le détriment économique causé à une entreprise par suite d'une situation accidentelle. Cette équivalence est laissée à l'arbitraire des Etats membres.

Définition d'une «exposition potentielle»

Il peut exister des situations potentielles (en puissance) que l'on néglige compte tenu de leur très faible probabilité ou pour lesquelles il n'est pas possible d'effectuer une évaluation probabiliste correcte. Ces situations potentielles n'en sont pas pour autant sans danger. Elles sont donc à prendre en compte.

Une «*exposition potentielle*» devrait être définie comme une «*exposition possible compte tenu des lois de la physique*», sans référence aux probabilités d'occurrence.

ARTICLE 3

paragraphe 3 : il définit les conditions à remplir pour l'expédition de substances radioactives dans un autre Etat membre. Aucune condition n'est définie pour l'expédition de telles substances dans un Etat non membre. Celui-ci pourrait avoir une législation réglementant la radioprotection beaucoup plus laxiste que celle définie dans la présente directive, voire aucune réglementation particulière.

Il serait important d'ajouter un paragraphe :

«L'expédition de substances radioactives ou de tous appareils visés à l'article 2 dans un Etat non membre n'est autorisée que dans la mesure où la réglementation dans le pays destinataire est conforme à la présente directive».

Cette condition devrait être étendue à l'ensemble des relations qui impliquent des substances radioactives entre Etats membres et les autres Etats. Il faudrait ajouter le paragraphe suivant :

«La vente de sources radioactives, le transfert de technologie nucléaire, la vente d'équipements nucléaires dont l'usage dans la Communauté européenne est réglementé par des normes de radioprotection respectant les principes établis par la Commission, ne doivent être autorisés que vers des Etats ayant une réglementation de radioprotection des travailleurs et du public conforme aux directives européennes et qui ont les moyens administratifs et techniques de la faire respecter». Ceci permettrait d'assurer aux travailleurs et à la population des pays vers qui le commerce nucléaire s'exerce, une protection analogue à celle recommandée dans les Etats de la Communauté

ARTICLE 5

paragraphe c : «*l'addition intentionnelle de substances radioactives dans la production et la fabrication de médicaments et de produits de consommation...*» est autorisée sous réserve d'autorisation préalable.

-en ce qui concerne les médicaments radioactifs il serait bon d'en préciser la nature ainsi que les conditions d'utilisation (par exemple sous le contrôle strict d'un personnel

compétent, après avoir informé le patient de la nature du médicament ou du traitement etc.).

-en ce qui concerne les «*produits de consommation*», cette expression est beaucoup trop vague. Il serait nécessaire de préciser ce qu'elle recouvre.

paragraphe e : L'exclusion des microscopes électroniques du champ d'application de l'article 5 n'est pas justifiée car ce sont des sources de rayons X qui peuvent être dangereuses si la protection est insuffisante.

REMARQUE : mentionnons que seule «*l'addition intentionnelle de substances radioactives...*» est soumise à autorisation préalable.. Lorsqu'elles sont constatées, la mise sur le marché ou l'utilisation de produits ayant subi une addition non intentionnelle (accidentelle) pendant leur fabrication, ne sont pas dans le champ d'application de l'article 5 . En somme toute contamination radioactive de produits de consommation n'est soumise à aucun contrôle pourvu qu'elle ne soit pas volontaire !

ARTICLE 6

Cet article définit les exemptions «*à l'obligation de déclaration ou d'autorisation préalable*» permettant un usage sans contrainte ni contrôle de substances radioactives, c'est à dire la dispersion de ces substances dans la vie quotidienne de la population. Il s'agit donc là d'un problème extrêmement important qui est traité d'une façon rapide au détour de cet article.

paragraphes a et b : On y parle «*d'élimination de substances radioactives*». Cette expression est totalement impropre puisqu'il ne s'agit pas de faire disparaître ces substances ce qui est physiquement impossible. En fait il s'agit pour le producteur de déchets nucléaires de s'en débarrasser en les dispersant dans la population. L'expression «*l'emploi puis la mise en décharge*» serait plus appropriée.

Il n'y a pas «*obligation de déclaration ou d'autorisation préalable*» si l'activité totale ou si la concentration de la substance radioactive est inférieure aux valeurs données dans l'annexe I (activité totale : elle est définie par la «*quantité*» en Bq dans la 2ème colonne. Les concentrations en kBq/kg sont données dans la 3ème colonne). Ce «ou» introduit dans le texte permet de se débarrasser de n'importe quelle quantité de radionucléide soit par adjonction arbitraire de matière non radioactive si la concentration en substance radioactive est trop importante pour remplir la condition du paragraphe b, soit en fractionnant le produit si la quantité totale de substances radioactives est trop importante pour remplir la condition du paragraphe a.

Ainsi ces deux paragraphes permettent et autorisent n'importe quelle pratique pour disperser et «éliminer» des substances radioactives, en les éliminant du champ d'application d'une loi.

La rédaction de ces articles devrait être faite d'une façon telle qu'il devienne très difficile, voire impossible de légaliser n'importe quelle pratique. Il est bien évident que l'usage de substances radioactives dans le but recherché d'amélioration des produits fabriqués est un problème très différent de celui de l'évacuation des déchets radioactifs par recyclage dans des produits de consommation ou/et mise en décharge non contrôlée. Il n'est pas possible de traiter globalement ces deux problèmes distincts sans aboutir à un très grand laxisme dans la gestion des déchets radioactifs.

Dans ces articles aucune définition précise n'est donnée à l'expression «*concentration par unité de masse*». Cette concentration est-elle déterminée par le rapport de l'activité totale contenue dans le matériau à la masse totale de celui-ci ? Est-ce la concentration d'activité dans tout échantillon (à définir) pris dans ce matériau ? Par exemple, un équipement mis au rebut dans une installation nucléaire pourrait n'avoir qu'une partie seulement fortement contaminée (au delà de la limite définie en a). La concentration moyenne de l'ensemble peut être inférieure à la limite définie en b. L'ensemble peut être exempté de déclaration ou d'autorisation préalable et être recyclé dans le domaine public. Une fois évacué de l'installation, cet équipement peut être utilisé sans contrainte, la partie contaminée peut être démontée et se trouver alors hors des limites a et b.

Aucune mention n'est faite des contaminations surfaciques. Celles-ci pourraient être importantes donc dangereuses bien que l'ensemble du matériau relevât de l'exemption

d'après les paragraphes a et b. Ainsi une forte activité surfacique sur un support très lourd pourrait remplir les conditions définies dans l'annexe I et pourtant délivrer un très fort débit de dose à proximité. La limite de débit de dose définie en c-3 ne concerne que les appareillages contenant des substances radioactives au delà des quantités définies en a et b et ne s'appliquerait pas à ce cas.

D'autre part, si les parties contaminées se trouvent blindées par des pièces massives, le débit de dose en surface de l'équipement peut être très faible. Une fois évacué sans déclaration car relevant de l'exemption cet équipement peut être démonté et les parties internes contaminées n'étant plus blindées peuvent conduire à des débits de dose très importants.

On voit donc sur ces quelques exemples que les articles tels qu'ils sont rédigés ne permettent pas de garantir à la population une radioprotection suffisante.

paragraphe c-1 et d-1 : Remarquons qu'ils suppriment l'obligation de déclaration ou d'autorisation préalable pour les appareillages *«d'un type agréé par l'autorité compétente de l'Etat membre»*. Mais il n'est défini nulle part les conditions à remplir pour obtenir l'agrément. En somme, les Etats membres peuvent ne pas respecter la directive par le biais d'une procédure d'agrément non définie par la directive. Ceci est tout à fait anormal. Les conditions d'agrément et aussi d'ailleurs d'*«d'autorisation préalable»* doivent être définies dans une directive si l'on veut obtenir une certaine cohérence pour l'ensemble des Etats membres.

paragraphe c-2

Ce paragraphe concerne les sources scellées *«garantissant une protection efficace»*. Il s'agit bien sûr de situations où la source demeure «scellée». L'activité interne d'une source scellée peut être considérable alors que le rayonnement externe de cette source est faible tant qu'elle demeure scellée. Il n'est donné aucune définition de l'expression *«protection efficace»*. Il doit s'agir d'une protection efficace en cas de situations anormales. Comme celles-ci sont difficiles à définir il faudrait tenir compte pour les sources scellées de leur activité interne qui peut être libérée lors de la perte d'intégrité de la source (exemple de l'accident de Goiânia). Ce paragraphe devrait être supprimé.

paragraphe c-3

Si un appareillage contient des substances radioactives dans des quantités ou concentrations supérieures à celles indiquées aux paragraphes a et b il doit remplir certaines conditions dont celles définies à l'alinéa 3 :

«en fonctionnement normal, il ne crée, en aucun point situé à une distance de 0,1m de sa surface accessible, un débit de dose supérieur à $1 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ».

Il n'y a aucune définition de ce que la directive nomme *«fonctionnement normal»*. Est-ce le mode de fonctionnement défini par la notice de fonctionnement de l'appareil ou bien le mode de fonctionnement possible si l'utilisateur ne respecte pas les consignes de sécurité définies dans la notice ?

Il faudrait remplacer *«en fonctionnement normal»* par *«si pour tous les modes de fonctionnement possibles physiquement»*

D'autre part il semble bien évident que la limite de débit de dose définissant les conditions d'exemption est liée directement au facteur de risque du rayonnement. Cette limite de débit de dose est restée inchangée (même valeur que dans la directive de 1980 et les directives antérieures) alors que la CIPR qui sert de référence pour le Conseil a augmenté son estimation des facteurs de risque cancérigène et génétique du rayonnement (CIPR 60, 1990). L'augmentation de l'estimation du risque du rayonnement s'est traduite par une diminution des limites de dose pour les travailleurs et les membres du public. Le débit de dose définissant la limite d'exemption pour les appareillages doit donc par souci de cohérence être réduit de la même façon que les limites de dose. Comme il s'agit d'appareillages concernant les membres du public le facteur de réduction devrait être de 5 et la limite de débit de dose fixée à $0,2 \mu\text{Sv h}^{-1}$

La même remarque s'applique pour les paragraphes d-2 et e

paragraphe f : il concerne *«l'occupation d'habitations et toute autre exposition à des sources naturelles»*. Ce paragraphe est assez mystérieux. Il fait allusion à des *«sources naturelles sous réserve de l'article 2 lettre c»* alors que cet article 2 lettre c est relatif aux mines d'uranium et à des lieux de travail. Il n'est pas indiqué si pour des maisons

d'habitation le radon en provenance de la ventilation des galeries de mines d'uranium doit être considéré comme une source naturelle. D'autre part les pratiques sans contrôle effectuées dans le passé ont laissé des lieux d'habitation ou des lieux publics sous l'action de déchets radioactifs d'origine naturelle. Rien n'est indiqué ici pour la radioprotection du public dans ces conditions.

S'il s'agit de radon dans les lieux d'habitation, il serait plus simple et plus efficace de définir des concentrations maximales admissibles en radon dans l'atmosphère des lieux d'habitation qui devraient déclencher des actions de protection de la part des autorités sanitaires des Etats membres.

QUELQUES REMARQUES SUR LES LIMITES D'EXEMPTION

1- L'articulation des articles 5 et 6 n'est pas claire. En effet l'article 5 définit les «cas obligatoires» du «régime d'autorisation préalable». L'article 6 définit les exemptions à ce régime.

L'article 5, paragraphe b rend obligatoire l'autorisation préalable pour «l'élimination de substances radioactives ou le recyclage de matériaux en contenant, lorsque ces substances ou matériaux proviennent d'une entreprise industrielle, médicale, vétérinaire ou de recherche». Ceci couvre la quasi-totalité des activités nucléaires. L'article se poursuit par : «sauf si les conditions fixées par les autorités compétentes, en particulier, les concentrations d'activité par unité de masse ne dépassent pas les plafonds fixés à cet effet». Les plafonds apparaissent dans les paragraphes a et b de l'article 6 sur les exemptions. On ne voit donc pas la différence entre les deux articles.

2 - Rien dans la directive ne définit la procédure d'exemption. L'exemption d'autorisation semble être de l'unique responsabilité du producteur de substances radioactives ou de ceux qui les utilisent. Aucun contrôle par les autorités responsables n'est prévu pour s'assurer que les limites d'exemption ne sont pas dépassées. La directive en ce sens légalise le laxisme le plus total.

3 - En 1984 la Commission des Communautés européennes a publié un «Guide sur les critères de radioprotection établi par un groupe d'experts de la Commission des Communautés européennes» : Rapport EUR 9292 «Radioprotection de la population à l'égard des biens de consommation courante contenant des substances radioactives».

Ce groupe d'experts, dans l'introduction de son rapport, déclarait :

«La CIPR recommande également que la limitation de l'irradiation provenant de produits largement diffusés dans le public repose sur un système de contrôle organisé au niveau national et visant à ce que les irradiations provoquées par chaque produit soient justifiées, et, le cas échéant, limitées de manière appropriée. Le groupe d'experts se rallie à cette conception»(page 1).

Citons d'autres extraits du rapport de ces experts européens :

«Etant donné que les biens de consommation courante échappent à tout contrôle dès l'instant où ils sont fournis à la population, le groupe estime que le meilleur moyen pour les autorités compétentes de s'assurer du respect des trois principes susmentionnés [qui sont repris dans l'article 7 de la directive] énoncés par la CIPR consiste dans une procédure d'autorisation préalable à la mise sur le marché» (page 3).

«La limitation de l'irradiation due à des biens de consommation courante devrait se fonder sur un système national de contrôle conçu pour garantir que les expositions provoquées par chaque type d'un produit déterminé sont justifiées et limitées comme il convient. Le plus simple est un système d'autorisation des produits avant leur mise en circulation» [souligné par nous] (page 4).

Les procédures recommandées alors par ces experts excluaient totalement les exemptions

Le groupe d'experts consacre un chapitre aux «Conseils complémentaires aux autorités nationales» :

«Les autorités nationales devraient envisager la nécessité d'assortir les autorisations de certaines conditions. Elles peuvent notamment :

a) spécifier les méthodes de contrôle de qualité à appliquer lors de la fabrication du produit, pour garantir que le produit fourni soit semblable, du point de vue radiologique, au prototype test;

b) prescrire une déclaration régulière de volume de fabrication ou d'importation du produit autorisé;

c) limiter une autorisation dans le temps, pour permettre leur réexamen périodique»(page 11).

Enfin dans les essais à réaliser, le groupe d'experts estime qu'il ne faut pas prendre en compte seulement les conditions **normales** d'utilisation. Il préconise :

«[des]essais simulant soit le dommage qu'un produit risque de subir par suite de son utilisation incorrecte, d'accidents et de sa mise au rebut, soit les conditions environnementales rencontrées dans ces situations. Les essais devraient être conçus de façon à montrer si le confinement de la substance radioactive souffrira des conditions défavorables, s'il y aura éventuellement une libération non contrôlée de substances radioactives et quelle en sera l'importance». (page 13)

Le Conseil, dans la présente directive, n'a tenu aucun compte du guide rédigé par le groupe d'experts de la Commission des Communautés européennes.

4 - Le problème des déchets de l'industrie nucléaire.

L'adjonction de substances radioactives dans un produit de consommation pourrait être éventuellement envisagée comme une amélioration de la qualité de ce produit dont le consommateur bénéficie. En réalité la pénétration du marché de la consommation par les substances radioactives sera le fait des déchets de l'industrie nucléaire. Le bénéfice de la dispersion de ces déchets ira d'une façon directe au producteur de ces déchets car il n'aura pas à supporter le coût du stockage de ces déchets. Le consommateur ne peut attendre aucun bénéfice direct de cette situation, bien au contraire il en subira le détriment car il n'y a pas de seuil de dose en dessous duquel le rayonnement n'a aucun effet biologique (voir les articles 19, 21, 61, 68, 69 des recommandations de la publication 60 de la CIPR, 1991). C'est ce problème de la dispersion des déchets radioactifs qui en réalité est traité par les conditions d'exemption décrites dans l'article 6 sans que cela soit clairement explicité.

5 - L'impact sanitaire de l'élimination des déchets de faible activité produits par l'industrie nucléaire dépendra de la **totalité** de ces déchets dispersés dans la population. Les exemptions d'autorisation préalable à partir d'une limite de concentration en substances radioactives reviennent à autoriser le recyclage ou l'élimination sans précautions ni contrôle de la **totalité** des déchets produits par l'industrie nucléaire. La protection sanitaire des diverses populations de la Communauté européenne ne sera pas identique dans les divers Etats membres de la Communauté. Elle dépendra de l'ampleur de l'activité de l'industrie nucléaire de ces Etats. Une protection identique des individus ne peut être garantie par la présente directive.

6 - L'information des consommateurs : ce point n'est pas abordé dans la directive alors que le recyclage des déchets radioactifs va dans l'avenir disperser de grandes quantités de substances radioactives dans les produits de consommation. Le groupe d'experts de la Commission des Communautés européennes déjà cité plus haut a abordé ce point et : «il recommande par conséquent que la présence d'une substance radioactive dans le produit soit signalée sur le produit ou sur son emballage, selon la convenance, et que cette information puisse être vue au moment de l'achat» (page 12).

7 - Les limites d'exemption de déclaration ou d'autorisation préalable sont données dans le tableau de l'annexe I de la présente directive. En suivant l'évolution au cours du temps de l'estimation par les experts internationaux de la CIPR des facteurs de risque du rayonnement on s'aperçoit que ces experts ont régulièrement révisé ces facteurs en hausse et par voie de conséquence ont révisé en baisse les limites de dose «acceptables». Les directives européennes quant à elles, tout en faisant référence à la CIPR ont révisé à la

hausse les limites d'exemption pour la dispersion de substances radioactives dans la population. La logique aurait voulu que ces limites d'exemption fussent réduites de la même façon que les limites de dose. Or c'est le contraire qu'on observe :

a) En 1980, la directive européenne profitant du changement d'unité d'activité (du curie au becquerel) augmente de 40% les activités et les concentrations à ne pas dépasser pour l'ensemble des radionucléides.

b) En 1980 les radioéléments sont rangés dans 4 groupes suivant leur niveau de radiotoxicité (très forte, forte, modérée, faible). Dans la nouvelle directive les radioéléments sont rangés suivant leur masse atomique croissante. Dans ce changement certains radionucléides ont disparu et par là même des articles 5 et 6 de la directive. Ont disparu : 1 radionucléide du groupe à très forte radiotoxicité, 5 du groupe à radiotoxicité modérée et 24 du groupe à radiotoxicité faible. Pour tous ces radionucléides ils sont laissés à l'appréciation des autorités compétentes locales, ils ne relèvent donc pas de la même réglementation pour l'ensemble des Etats de la Communauté.

c) Dans la nouvelle directive le Conseil a **augmenté les limites d'exemption relatives à l'activité totale de 158 radionucléides** par rapport à celles de 1980. Nous reproduisons le tableau de l'annexe I en indiquant le facteur multiplicatif.

8 - Certaines limites fixées dans le tableau ne respectent pas l'échelle de radiotoxicité. Par exemple en prenant les limites d'incorporation annuelles définies dans la directive de 1984 (n° L265, 5 octobre 1984) comme références de la radiotoxicité, le plutonium 239 serait par inhalation 5000 plus toxique que le cobalt 60 et par ingestion il était considéré comme 100 fois plus toxique. Or la limite d'activité massique d'exemption est pour le plutonium 239, 10 fois supérieure à celle du cobalt 60 .

9 - Le cas des émetteurs alpha : la gestion de ces radionucléides, généralement considérés comme les plus radiotoxiques, peut tomber sous les limites d'exemption c'est à dire être répandus dans l'environnement sans contrôle. Cette pratique est en contradiction avec la réglementation des rejets d'effluents radioactifs pour les centrales nucléaires qui n'autorise **aucun rejet d'émetteur alpha dans l'environnement**. Il ne devrait donc pas y avoir de possibilité d'exemption pour les émetteurs alpha.

10 - La dilution de substances radioactives par dispersion dans le domaine public n'élimine pas les effets nocifs (cancérogènes et génétiques) du rayonnement. Une conception erronée des effets biologiques du rayonnement pourrait laisser croire que lorsque la concentration d'une substance radioactive est suffisamment faible les effets radiotoxiques disparaissent. Cette conception est basée sur l'existence d'un seuil de dose de rayonnement en dessous duquel il n'y aurait aucun effet biologique. Les recommandations de la CIPR (publication 26, 1977) rejetaient cette conception pour fonder un système de radioprotection : *«Il existe pour les effets stochastiques [cancérogènes et génétiques] une relation linéaire sans seuil entre la dose et la probabilité d'apparition d'un effet»* (art. 27). Mais la Commission précisait dans sa publication de 1977 qu'il s'agissait d'une *«hypothèse simplificatrice»* prudente : *«Plus cette hypothèse de linéarité est prudente, plus il devient important de reconnaître qu'elle peut conduire à une surestimation des risques dus aux rayonnements. Aussi lorsqu'il s'agit de faire un choix entre plusieurs pratiques [dans le cas que nous envisageons ici il s'agit d'un choix entre le stockage et la dispersion des déchets nucléaires] les estimations des risques dus aux rayonnements ne devraient être utilisés qu'avec beaucoup de prudence et en reconnaissant explicitement la possibilité qu'aux faibles doses de rayonnement le risque réel peut être inférieur à celui déduit d'une hypothèse délibérément prudente de proportionnalité»*(art. 30).

Ainsi en 1977 la CIPR validait par ses réserves l'idée d'un seuil pour les effets biologiques du rayonnement et justifiait par là même la dilution des substances radioactives pour éliminer leurs effets biologiques.

Dans ses nouvelles recommandations fondant le système de radioprotection, (CIPR 60, 1991), la CIPR a révisé complètement ses concepts concernant cette hypothèse du seuil . La CIPR ne considère plus l'absence de seuil comme une «hypothèse simplificatrice». Elle consacre plusieurs articles à ce sujet tout au long de ses recommandations :

«Le processus d'ionisation change nécessairement les atomes et les molécules, du moins transitoirement, et peut ainsi parfois endommager des cellules. Si le dommage cellulaire se produit et n'est pas réparé d'une façon adéquate, il peut empêcher la cellule de survivre ou de se reproduire, ou il peut en résulter une cellule modifiée mais viable» (article 19).

«Malgré l'existence de mécanismes de défense très efficaces, le clone de cellules résultant de la reproduction d'une cellule somatique modifiée mais viable, peut conduire après un retard prolongé et variable appelé temps de latence à la manifestation d'une condition maligne, un cancer. La probabilité d'un cancer résultant du rayonnement augmente ordinairement lorsque les doses augmentent par incréments, probablement sans seuil et d'une façon qui est approximativement proportionnelle à la dose» (article 21).

«Les mécanismes de défense ne sont probablement pas totalement efficaces même aux faibles doses, aussi, il est improbable qu'ils engendrent un seuil dans la relation dose/réponse» (article 62).

«L'équilibre entre les dommages et les réparations dans les cellules et les mécanismes ultérieurs de défense peuvent influencer sur la forme de la courbe de réponse, mais on ne peut en attendre qu'il en résulte un véritable seuil» (article 68).

La mise en évidence de la non existence d'un seuil aux faibles doses à partir d'observations directes est difficile. Il en est de même d'ailleurs, mais ceci n'est généralement pas dit, pour la mise en évidence d'un seuil. La CIPR prend le soin d'expliquer le problème :

«Pour de petits incréments de dose au-dessus du fond naturel, la probabilité d'induction d'un cancer additionnel est certainement petite et la valeur attendue du nombre de cas attribuables à l'incrément de dose dans un groupe exposé peut être bien inférieur à 1, même dans un groupe important. Ainsi il est presque certain qu'il n'y aura pas de cas additionnels, mais cela ne fournit pas la preuve de l'existence d'un vrai seuil» (art. 69).

Il ne semble pas évident que le Conseil ait pris conscience de ce changement dans les concepts qui, pour la CIPR, fondent la radioprotection, même s'il fait référence aux publications de la CIPR.

EN RESUME :

L'existence d'un seuil en dessous duquel les effets biologiques du rayonnement sont supposés être nuls pouvait justifier la dispersion (la dilution) des déchets radioactifs pour en éliminer l'impact sanitaire. Actuellement d'après les experts internationaux de la CIPR cette conception est totalement erronée. Il devrait en résulter une stratégie de gestion des déchets radioactifs tout à fait différente de celle communément admise autrefois. Le Conseil n'a pas intégré les nouveaux concepts de la CIPR pour rédiger sa nouvelle directive concernant la radioprotection.

L'histoire de la radioprotection montre d'une façon claire que les risques cancérigène et génétique du rayonnement ont toujours été sous-estimés. La réduction constante au cours du temps des limites de dose pour les travailleurs et la population en est la preuve explicite. Il serait important de reconnaître que cette évolution de réévaluation à la hausse des facteurs de risque (cancérigène et génétique) du rayonnement n'est pas obligatoirement terminée, de même qu'on ne connaît peut être pas aujourd'hui tous les effets du rayonnement. La dissémination sans contrôle des substances radioactives (essentiellement fondée sur des critères économiques) est un processus irréversible. Ces substances radiotoxiques demeureront dans l'environnement pendant des temps très longs une fois qu'elles auront été exemptées de tout contrôle. Mais il n'est pas possible de garantir que les critères adoptés par le Conseil en 1992 pour justifier ces limites d'exemption seront encore valables à l'avenir. Entre 1982 et 1992 le Conseil a révisé à la baisse d'un facteur 5 les limites de dose pour la population. Une très grande prudence devrait donc être adoptée pour la réglementation (ou l'exemption) de toutes les procédures qui conduisent à des situations irréversibles.

ARTICLE 7

Dans les principes généraux du système de radioprotection proposé il n'est pas fait référence à la nécessité de protéger la santé des **individus**. Dans le paragraphe 1(b) il est spécifié que des **«facteurs économiques et sociaux»** doivent limiter la réduction des expositions. Aucune précision n'est donnée sur la nature de ces facteurs socio-économiques et comment ils doivent être pris en compte au détriment de la protection maximum de la santé des individus.

paragraphe 2a

«L'exposition d'individus pour les besoins des diagnostics et traitements médicaux qu'ils subissent» est exclue du système de limitation de doses. Il n'est pas normal de ne pas considérer les expositions par radiodiagnostic comme expositions professionnelles lorsque celles-ci sont exigées par les employeurs ou par la nature du travail effectué.

paragraphe 2c

Le système de limitation des doses ne s'applique pas aux **«expositions dues à des sources naturelles, à l'exception des expositions subies dans les mines d'uranium et dans les conditions spécifiées au titre VII»**.

Aucune limitation d'exposition du public n'est fixée pour la contamination des habitations par le radon issu de la ventilation des mines d'uranium ou pour la contamination de l'environnement par le radium provenant des mines d'uranium. Il s'agit dans ces cas d'une exposition chronique permanente de la population.

paragraphe 2e

Il concerne **«les volontaires participant à des programmes de recherche médicale»**. Ils échappent aux contraintes du système de limitation des doses.

Pour éviter les contraintes dues à la pression hiérarchique sur le personnel participant à ces recherches médicales il faudrait interdire le recrutement de tels volontaires parmi le personnel.

ARTICLE 9 : Les limites de dose pour les travailleurs exposés.

Aucune indication n'est donnée sur les fondements de ces limites (facteur de risque cancérogène et génétique, risque considéré comme admissible etc..)

ARTICLE 10 : Protection des femmes enceintes.

«Dès qu'une grossesse a été déclarée à la hiérarchie, le foetus est protégé dans toute la mesure du possible comme s'il s'agissait d'une personne du public».

L'introduction de l'expression **«dans toute la mesure du possible»** laisse le champ libre au non respect de la protection du foetus si cela est considéré comme impossible sans qu'on sache qui va définir ces conditions d'impossibilité et sur quels critères cette impossibilité va être déterminée. **Cette expression doit être supprimée** afin de garder un sens de contrainte à cet article.

Il en est de même pour la fin de l'article 10 **«la dose équivalente du foetus ne dépassera vraisemblablement pas 1 mSv pendant le reste de la grossesse»**. Pour qu'il s'agisse vraiment d'une contrainte il faut dire **«ne doit pas dépasser...»**

Pour suivre les dernières recommandations de la CIPR (Article 178) il faudrait ajouter que le poste de travail d'une femme enceinte ne doit pas comporter de risque de situations accidentelles pouvant conduire à de fortes expositions (rayonnement externe et incorporation de radionucléides).

ARTICLE 12 : Limitation des doses pour les apprentis et les étudiants.

paragraphe 1

«Pour les apprentis et étudiants âgés de 18 ans au moins et pour les étudiants âgés de 18 ans au moins qui, dans leurs études sont amenés à employer des sources, les limites de dose sont égales à celles fixées à l'article 9 pour les travailleurs exposés».

Si pour ces apprentis et étudiants la limite de dose est celle applicable aux travailleurs exposés, ils doivent être considérés comme des travailleurs exposés et relever de tous les articles concernant les travailleurs exposés (la surveillance du lieu de travail, la surveillance individuelle, la communication des résultats dosimétriques et autres, l'optimisation de la radioprotection, l'enregistrement des relevés dosimétriques, la surveillance médicale etc..

paragraphe 2

Le statut des apprentis et étudiants âgés de 16 à 18 ans n'est pas spécifié. Ils ne sont considérés ni comme des travailleurs sous rayonnement ni comme des personnes du public.

ARTICLE 13 : expositions sous autorisation spéciale.

Dans aucun paragraphe il n'est spécifié que les travailleurs désignés pour des opérations exceptionnelles conduisant ou pouvant conduire à des dépassements des limites de dose doivent être des volontaires.

paragraphe 1

Les plafonds que fixeront les autorités compétentes ne sont pas spécifiés et les conditions de leur fixation ne sont pas précisées.

alinéa c : *«ces expositions sont justifiées»*, il serait plus correct de dire *«ces expositions devront être justifiées»*. Aucune précision n'est donnée sur ce qui est entendu par *«justifiées»*. L'appréciation est laissée totalement aux *«autorités compétentes»* ainsi que les décisions finales. Les représentants des travailleurs et la médecine du travail ne peuvent qu'examiner les situations sans avoir aucun rôle dans les décisions.

ARTICLE 15 : Exposition de la population dans son ensemble.

«Chaque Etat membre veille à ce que la contribution de chaque pratique à l'exposition de la population dans son ensemble soit maintenue au niveau le plus faible qu'il est raisonnablement possible d'atteindre compte tenu des principes énoncés à l'article 7, lettres (a) et (b)».

L'article 7 fait référence aux «avantages» procurés par les expositions sans préciser la nature de ces avantages. Le paragraphe **b**, lui, précise que les facteurs à prendre en compte sont les *«facteurs économiques et sociaux»*. A aucun endroit la **protection sanitaire** des individus n'est indiquée comme élément essentiel à prendre en compte pour la détermination des pratiques en radioprotection.

«Chaque Etat membre transmet périodiquement les résultats de ces évaluations à la Commission».

Les rapports consignants ces résultats après transmission à la Commission devraient être rendus publics.

ARTICLE 16 : Limites dérivées.

En ce qui concerne les contaminations internes, les limites annuelles d'incorporation ne sont pas définies dans la présente directive. La directive du 15 juillet 1980 les précisait dans son article 16 et les tableaux de son annexe III qui fixaient pour chaque radionucléide

- les limites d'incorporation annuelle par inhalation pour les travailleurs exposés
- les limites dérivées de concentration dans l'air pour les travailleurs exposés
- les limites annuelles d'incorporation par inhalation et par ingestion pour les personnes du public.

L'annexe III de la présente directive sur l'estimation des doses efficaces dues aux incorporations fait référence aux limites dérivées d'incorporation annuelle sans les définir. L'application pratique de la procédure définie par l'article 16 de la nouvelle directive est donc totalement impossible.

L'établissement des nouvelles limites dérivées ne devrait poser aucun problème. Elles sont en effet directement proportionnelles aux limites de dose (art. 9 pour les travailleurs, art. 14 pour les personnes du public).

Les tableaux de l'annexe III de la directive du 15 juillet 1980 ont été établis pour des limites annuelles de dose de 50 mSv pour les travailleurs et 5 mSv pour le public. Les nouvelles limites étant respectivement fixées à 20 mSv et 1 mSv, les nouvelles limites dérivées devraient se déduire de l'annexe III de l'ancienne directive par une réduction d'un facteur 2,5 pour les limites dérivées pour les travailleurs et par une réduction d'un facteur 5 pour les limites dérivées relatives aux personnes du public. Si cette procédure n'était pas respectée la nouvelle directive n'aurait aucune cohérence.

ARTICLE 18

La nouvelle directive, dans son article 18 concernant la «*Classification et délimitation des zones*» a profondément modifié ses conceptions par rapport à ce qui était défini dans l'article 20 de la directive du 15 juillet 1980. Cette dernière définissait avec précision :

«a)- la zone contrôlée : toute zone dans laquelle les trois dixièmes des limites de dose annuelles fixées pour les travailleurs exposés sont susceptibles d'être dépassés doit constituer une zone contrôlée ou y être incluse

.....

b) - la zone surveillée : Est considérée comme zone surveillée toute zone dans laquelle un dixième des limites de dose annuelle fixées pour les travailleurs exposés est susceptible d'être dépassée et qui n'est pas considérée comme zone contrôlée»

La réduction des limites de dose ayant été adoptée non pas pour réduire le risque professionnel formellement considéré comme admissible mais pour tenir compte de la révision à la hausse des risques cancérigène et génétique déduite des études épidémiologiques récentes, il n'y a aucune raison fondamentale pour modifier la définition des zones dites contrôlées ou surveillées. La nature des zones est naturellement liée au risque encouru par le travail dans ces zones. Si le risque lié au rayonnement conditionne les limites de dose il est logique que ce soient celles-ci qui servent à définir la nature des zones. La nouvelle directive abandonne cette logique et laisse la place à l'arbitraire. Il est à craindre que la réduction des limites de dose ne conduise pas à une nouvelle répartition des zones antérieurement définies par des limites plus élevées.

ARTICLE 22 : Information et formation

«Les travailleurs exposés, les apprentis et les étudiants sont informés des risques que leur travail comporte pour leur santé».

Aucune indication n'est fournie dans la directive pour définir les risques professionnels liés au rayonnement. Les contraintes de la radioprotection seront d'autant mieux respectées si la nature des risques cancérigène et génétique est comprise par le personnel concerné.

ARTICLE 24 : Surveillance du lieu de travail

«Les résultats des mesures sont enregistrés et, dans les cas appropriés, servent à estimer les doses individuelles».

Les résultats des mesures devraient être portés à la connaissance des travailleurs et les archives relatives à ces résultats devraient être accessibles au personnel et à leurs représentants.

ARTICLE 35 : Dossiers médicaux.

La directive devrait préciser le droit de tout travailleur à l'accès à son dossier médical.

ARTICLE 42

La directive pourrait ajouter un paragraphe stipulant que les travailleurs concernés devraient être avertis des risques dus à ces produits radioactifs naturels.

ARTICLE 50 : Coopération avec les autres Etats.

Le problème spécifique des installations nucléaires situées près des frontières n'est pas évoqué dans la directive.

ARTICLE 54 : Rapports sur la mise en oeuvre de la directive.

La directive prévoit que seul le rapport de synthèse rédigé par la Commission à partir de chaque Etat membre, sera fourni au Parlement européen. Un tel rapport n'a de valeur que s'il est possible de consulter les rapports individuels ayant servi à la Commission pour sa rédaction.

LE RAYONNEMENT MEDICAL : une lacune du projet de directive du Conseil

La nouvelle directive est muette sur ce sujet alors que l'irradiation pour des raisons médicales est à l'heure actuelle une composante importante de l'exposition de la population au rayonnement. En 1977, la CIPR dans sa publication 26 avait déjà attiré l'attention sur ce sujet mais la directive européenne de 1980 n'y faisait pas mention et ce n'est que plus tard que le Conseil publiait une directive «*fixant les mesures fondamentales relatives à la protection des personnes soumises à des examens et traitements médicaux*» (directive du 3 septembre 1984). L'article 7 de cette directive précisait : «*Les Etats membres prennent les mesures nécessaires pour se conformer à la présente directive avant le 1er janvier 1986. Les Etats membres communiquent à la Commission les dispositions prises en application de la présente directive*». Il serait intéressant pour les parlementaires européens d'avoir connaissance des communications fournies par les Etats membres à la Commission.

Le fait de ne pas inclure le rayonnement médical dans le champ d'application du système de radioprotection enlève beaucoup de force aux recommandations pour réduire les doses inutilement délivrées. La CIPR indique dans ses recommandations récentes :

«Des mesures simples et peu coûteuses sont disponibles pour réduire les doses sans perdre d'information dans le diagnostic (...). On doit mettre à l'étude des questions telles que l'emploi de contraintes de dose, ou de niveaux d'investigation, sélectionnés par des spécialistes appropriés ou par l'agence réglementaire pour leur application dans certaines procédures courantes de diagnostic» (article 180).

Encore faudrait-il que les autorités sanitaires des Etats membres avertissent les praticiens des dangers du rayonnement et de la nécessité de n'effectuer que les clichés utiles au diagnostic.

LA GESTION A MOYEN ET LONG TERME DES ACCIDENTS NUCLEAIRES MAJEURS : une autre lacune du projet de directive du Conseil

La catastrophe de Tchernobyl a montré l'importance qu'il faut attacher à la gestion à moyen terme et à long terme des situations post-accidentelles. La prise de décisions rapides et cohérentes pour l'ensemble des Etats membres de la Communauté est capitale dans cette gestion. Aucune indication n'est donnée concernant ce problème dans le projet de directive. Cela laisse le champ libre aux improvisations et au laxisme dans la gestion post-accidentelle et cela au détriment d'une protection optimum de la santé des populations.

11 Novembre 1992

Pièces jointes :

- Evolution des normes de radioprotection de la CIPR
- Les directives du Conseil des Communautés européennes concernant la protection sanitaire de la population contre les rayonnements ionisants ne respectent pas les recommandations de la Commission Internationale de Protection Radiologique (R. Belbéoch, décembre 1988).
- Les déchets nucléaires et le problème de l'acceptabilité du risque (R. Belbéoch, juin 1992).

ANNEXE I

Quantités et concentrations de radionucléides à prendre en compte pour l'application de l'article 6.

1. Tableau A : Quantités et concentrations d'activité par unité de masse à ne pas dépasser pour le respect de l'article 6 points (a) et (b) respectivement :

Nucléide	Quantité (Bq)	Concentration (kBq/kg)
H-3	$10^8 (x 20)$	10^6
Be-7	$10^8 (x 200)$	10^2
C-14	$10^6 (x 2)$	10^4
O-15	$10^9 (x 200)$	10^3
F-18	10^5	10
Na-22	$10^5 (x 2)$	1
Na-24	10^5	1
Si-31	10^5	10^2
P-32	10^5	10^2
P-33	$10^7 (x 20)$	10^5
S-35	$10^7 (x 20)$	10^5
Cl-36	$10^5 (x 2)$	10^3
Cl-38	$10^5 (x 2)$	1
Ar-37	$10^{12} (x 200000)$	10^7
Ar-41	$10^9 (x 2000)$	10^3
K-42	$10^6 (x 2)$	10
K-43	10^5	10
Ca-45	$10^6 (x 20)$	10^4
Ca-47	10^5	10
Sc-46	$10^6 (x 20)$	1
Sc-47	$10^6 (x 2)$	10
Sc-48	10^5	1
V-48	10^5	1
Cr-51	$10^7 (x 20)$	10^2
Fe-52	10^5	10
Fe-55	$10^6 (x 2)$	10^4
Fe-59	$10^6 (x 2)$	1
Mn-51	10^5	10
Mn-52	10^5	1
Mn-52m	10^5	1

Nucléide	Quantité (Bq)	Concentration (kBq/kg)
Mn-53	$10^8 (x 20)$	10^4
Mn-54	$10^6 (x 2)$	10
Mn-56	10^5	1
Co-55	10^5	1
Co-56	10^5	1
Co-57	10^5	10
Co-58	10^5	10
Co-58m	$10^7 (x 2)$	10^4
Co-60	10^4	1
Co-60m	$10^6 (x 2)$	10^3
Co-61	10^5	10
Co-62m	10^5	1
Ni-59	$10^7 (x 2)$	10^4
Ni-63	$10^7 (x 20)$	10^5
Ni-65	10^5	10
Cu-64	$10^6 (x 2)$	10
Zn-65	10^5	10
Zn-69	10^5	10^2
Zn-69m	$10^6 (x 2)$	10
Ge-71	$10^9 (x 200)$	10^3
Ga-72	10^5	1
As-73	$10^6 (x 2)$	10^3
As-74	10^5	10
As-76	10^5	10
As-77	10^5	10^2
Se-75	$10^6 (x 2)$	10
Br-82	10^5	1
Kr-74	$10^9 (x 2000)$	10^3
Kr-76	$10^{10} (x 2000)$	10^3
Kr-77	$10^9 (x 2000)$	10^3
Kr-79	$10^{10} (x 2000)$	10^4
Kr-81	$10^{11} (x 20000)$	10^5
Kr-83m	$10^{11} (x 20000)$	10^6
Kr-85	$10^{10} (x 2000)$	10^6

Nucléide	Quantité (Bq)	Concentration (kBq/kg)
Kr-85m	10^{10} (x2000)	10^4
Kr-87	10^9 (x2000)	10^3
Kr-88	10^9 (x2000)	10^3
Sr-85	10^6 (x2)	10
Sr-85m	10^6	10
Sr-87m	10^6	10
Sr-89	10^5	10^2
Sr-90+	10^4	10
Sr-91	10^5	10
Sr-92	10^5	1
Y-90	10^5	10
Y-91	10^5 (x2)	10^2
Y-91m	10^7 (x2)	10
Y-92	10^5	10
Y-93	10^5	10
Rb-86	10^5	10
Zr-93+	10^6 (x20)	10^3
Zr-95	10^6 (x2)	10
Zr-97+	10^5	10
Nb-93m	10^7 (x20)	10^3
Nb-94	10^6 (x20)	1
Nb-95	10^6 (x2)	10
Nb-97	10^5	10
Nb-98	10^5	1
Tc-96	10^6 (x2)	1
Tc-96m	10^8 (x20)	10^2
Tc-97	10^7 (x20)	10^3
Tc-97m	10^6 (x2)	10^3
Tc-99	10^6	10^4
Tc-99m	10^7 (x2)	10
Mo-90	10^5	10
Mo-93	10^7 (x20)	10^3
Mo-99	10^5	10
Mo-101	10^5	1

Nucléide	Quantité (Bq)	Concentration (kBq/kg)
Ru-97	10^7 (x20)	10
Ru-103	10^6 (x2)	10
Ru-105	10^5	10
Ru-106+	10^5 (x2)	10
Rh-103m	10^8 (x20)	10^3
Rh-105	10^6 (x2)	10^2
Pd-103	10^7 (x20)	10^3
Pd-109	10^5	10^2
Cd-109	10^6 (x2)	10^3
Cd-115	10^5	10
Cd-115m	10^5 (x2)	10^2
Ag-105	10^6 (x2)	10
Ag-110m	10^6 (x20)	1
Ag-111	10^5	10^2
In-111	10^6	10
In-113m	10^5	10
In-114m	10^5 (x2)	10^2
In-115m	10^5	10
Sn-113	10^6 (x2)	10^2
Sn-125	10^5	10
Sb-122	10^5	10
Sb-124	10^5 (x2)	1
Sb-125	10^6 (x20)	10
I-123	10^7 (x20)	10
I-125	10^5 (x2)	10^2
I-126	10^5 (x2)	10
I-129	10^4	10^2
I-130	10^5	1
I-131	10^5 (x2)	10
I-132	10^5	1
I-133	10^5	10
I-134	10^5	1
I-135	10^5	1

Nucléide	Quantité (Bq)	Concentration (kBq/kg)
Cs-129	10 ⁶	10
Cs-131	10 ⁶	10 ²
Cs-132	10 ⁶ (x2)	10
Cs-134m	10 ⁵	10 ²
Cs-134	10 ⁵ (x2)	1
Cs-135	10 ⁶	10 ⁴
Cs-136	10 ⁵	1
Cs-137+	10 ⁵	10
Cs-138	10 ⁴	1
Te-123m	10 ⁶ (x2)	10
Te-125m	10 ⁶ (x2)	10 ²
Te-127	10 ⁵	10 ²
Te-127m	10 ⁶ (x2)	10 ³
Te-129	10 ⁵	10
Te-129m	10 ⁵	10 ²
Te-131	10 ⁵	10
Te-131m	10 ⁶ (x2)	1
Te-132	10 ⁶ (x2)	10
Te-133	10 ⁵	10
Te-133m	10 ⁵	1
Te-134	10 ⁵	10
Xe-131m	10 ¹⁰ (x2000)	10 ⁵
Xe-133	10 ¹⁰ (x2000)	10 ⁴
Xe-135	10 ¹⁰ (x20000)	10 ⁴
Ce-139	10 ⁶ (x2)	10
Ce-141	10 ⁶ (x2)	10 ²
Ce-143	10 ⁵	10
Ce-144+	10 ⁵ (x2)	10
Ba-131	10 ⁶ (x2)	10
Ba-140+	10 ⁵ (x2)	1
La-140	10 ⁵	1
Pr-142	10 ⁵	10
Pr-143	10 ⁶ (x2)	10 ²

Nucléide	Quantité (Bq)	Concentration (kBq/kg)
Pm-147	10 ⁶ (x2)	10 ⁴
Pm-149	10 ⁵	10 ²
Nd-147	10 ⁵	10
Nd-149	10 ⁵	10
Sm-151	10 ⁷ (x20)	10 ⁵
Sm-153	10 ⁵	10 ²
Eu-152	10 ⁶ (x20)	1
Eu-152m	10 ⁵	10
Eu-154	10 ⁶ (x20)	1
Eu-155	10 ⁶ (x2)	10 ²
Gd-153	10 ⁶ (x2)	10
Gd-159	10 ⁵	10 ²
Tb-160	10 ⁵ (x2)	1
Dy-165	10 ⁵	10 ²
Dy-166	10 ⁶ (x2)	10 ²
Ho-166	10 ⁵	10
Er-169	10 ⁶ (x2)	10 ⁴
Er-171	10 ⁵	10
Tm-170	10 ⁶ (x20)	10 ²
Tm-171	10 ⁷ (x20)	10 ⁴
Yb-175	10 ⁶ (x2)	10 ²
Lu-177	10 ⁶ (x2)	10 ²
Ta-182	10 ⁵ (x2)	1
Hf-181	10 ⁵ (x2)	10
W-181	10 ⁷ (x20)	10 ²
W-185	10 ⁶ (x2)	10 ⁴
W-187	10 ⁵	10
Re-186	10 ⁵	10 ²
Re-188	10 ⁵	10
Os-185	10 ⁶ (x2)	10
Os-191	10 ⁶ (x2)	10 ²
Os-191m	10 ⁶	10 ³
Os-193	10 ⁵	10 ²
Ir-190	10 ⁶ (x2)	1

Nucléide	Quantité (Bq)	Concentration (kBq/kg)
Ir-192	10^5 (x2)	10
Ir-194	10^5	10
Pt-191	10^6 (x2)	10
Pt-193m	10^6	10^2
Pt-197	10^5	10^2
Pt-197m	10^5	10^2
Hg-197	10^6 (x2)	10^2
Hg-197m	10^5	10^2
Hg-203	10^6 (x2)	10
Au-198	10^5	10
Au-199	10^6 (x2)	10^2
Tl-200	10^6 (x2)	1
Tl-201	10^6 (x2)	10
Tl-202	10^6 (x2)	10
Tl-204	10^5 (x2)	10^2
Bi-206	10^5	1
Bi-207	10^6 (x2)	1
Bi-210	10^5 (x2)	10^2
Bi-212+	10^5	1
Pb-203	10^6 (x2)	10
Pb-210+	10^3	10
Pb-212+	10^5 (x2)	1
Po-203	10^5	1
Po-205	10^6	1
Po-207	10^6	1
Po-210	10^3	10
At-211	10^6 (x2)	10^2
Rn-220+	10^7 (x2)	10^4
Rn-222+	10^8 (x2)	1
Ra-223+	10^4 (x2)	10
Ra-224+	10^4	1
Ra-225	10^4 (x2)	10^2

Nucléide	Quantité (Bq)	Concentration (kBq/kg)
Ra-226+	10 ³	1
Ra-227	10 ⁵	10
Ra-228+	10 ⁴ (x2)	10
Th-226+	10 ⁶ (x2)	10 ²
Th-227	10 ⁴ (x2)	10
Th-228+	10 ⁴ (x2)	1
Th-229+	10 ³	10
Th-230	10 ³	10
Th-231	10 ⁷ (x20)	10 ²
Th-232nat	10 ²	1
Th-234+	10 ⁵	10
Ac-227+	10 ³	10
Ac-228	10 ⁵ (x2)	10
Pa-230	10 ⁶ (x20)	10
Pa-231	10 ³	10
Pa-233	10 ⁶ (x2)	10
U-230+	10 ⁴ (x2)	10 ²
U-231	10 ⁶ (x2)	10 ²
U-232+	10 ³	1
U-233	10 ⁴ (x2)	10 ²
U-234	10 ⁴ (x2)	10 ²
U-235+	10 ⁴	10 ²
U-236	10 ⁴	10 ²
U-237	10 ⁵	10
U-238+	10 ⁴	10
U-238nat	10 ³	1
U-239	10 ⁵	10 ²
U-240	10 ⁶ (x2)	10 ³
U-240+	10 ⁵	1
Np-237+	10 ³	10
Np-239	10 ⁶ (x2)	10

Nucléide	Quantité (Bq)	Concentration (kBq/kg)
Np-240	10 ⁵	1
Pu-234	10 ⁸ (x 200)	10 ²
Pu-235	10 ⁸ (x 20)	10 ²
Pu-236	10 ⁴ (x 2)	10 ²
Pu-237	10 ⁷ (x 20)	10 ²
Pu-238	10 ³	10
Pu-239	10 ³	10
Pu-240	10 ³	10
Pu-241	10 ⁵ (x 20)	10 ³
Pu-242	10 ³	10
Pu-243	10 ⁶	10 ²
Pu-244	10 ³	10
Am-241	10 ³	10
Am-242	10 ⁶ (x 20)	10 ²
Am-242m+	10 ³	10 ²
Am-243+	10 ³	10
Cm-242	10 ⁵ (x 20)	10 ³
Cm-243	10 ³	10
Cm-244	10 ⁴ (x 2)	10 ²
Cm-245	10 ³	10
Cm-246	10 ³	10
Cm-247	10 ³	10
Cm-248	10 ³	10
Bk-249	10 ⁶ (x 20)	10 ⁴
Cf-246	10 ⁶ (x 20)	10 ³
Cf-248	10 ⁴ (x 2)	10 ²
Cf-249	10 ³	10
Cf-250	10 ⁴ (x 2)	10 ²
Cf-251	10 ³	10
Cf-252	10 ⁴ (x 2)	10 ²
Cf-253	10 ⁶ (x 20)	10 ⁴
Cf-254	10 ³	10

Nucléide	Quantité (Bq)	Concentration (kBq/kg)
Es-253	10 ⁵ (x2)	10 ³
Es-254	10 ⁴ (x2)	10 ²
Es-254m	10 ⁵ (x2)	10
Fm-254	10 ⁷ (x20)	10 ⁴
Fm-255	10 ⁶ (x20)	10 ³

**COMPLEMENT AUX COMMENTAIRES
SUR LE
PROJET DE DIRECTIVE DU CONSEIL DU 6 JUILLET 1992**

Roger Belbéoch

Augmentation des limites d'exemption pour les gaz Argon, Krypton, Xénon.

L'annexe I du Projet de directive a considérablement augmenté les limites d'exemption pour les gaz rares à la fois en ce qui concerne la quantité totale et la concentration. Nous donnons ci-dessous les lignes du tableau les concernant et entre parenthèses les facteurs d'accroissement :

Nucléide	Quantité (Bq)	Concentration (kBq/kg)
Ar 37	10^{12} (x 200 000)	10^7 (x 100 000)
Ar 41	10^9 (x 2 000)	10^3 (x 10)
Kr 74	10^9 (x 2 000)	10^3 (x 10)
Kr 76	10^{10} (x 2 000)	10^3 (x 10)
Kr 77	10^9 (x 2 000)	10^3 (x 10)
Kr 79	10^{10} (x 2 000)	10^4 (x 100)
Kr 81	10^{11} (x 20 000)	10^5 (x 1000)
Kr 83m	10^{11} (x 20 000)	10^6 (x 10 000)
Kr 85	10^{10} (x 2 000)	10^6 (x 10 000)
Kr 85m	10^{10} (x 2 000)	10^4 (x100)
Kr 87	10^9 (x 2 000)	10^3 (x 10)
Kr 88	10^9 (x 2000)	10^3 (x 10)
Xe 131m	10^{10} (x 2 000)	10^5 (x 1000)
Xe 133	10^{10} (x 2 000)	10^4 (x 100)
Xe 135	10^{10} (x 20 000)	10^4 (x 100)

La directive du Conseil du 3 septembre 1984, dans le tableau a de l'annexe III donne la limite dérivée pour la concentration dans l'air pour les travailleurs exposés concernant les gaz rares argon, krypton, xénon (il n'y a aucune limite dérivée pour les personnes du public).

Pour juger de l'importance des limites d'exemption du projet de directive, nous pouvons comparer les concentrations exemptées aux concentrations maximales admissibles (dans l'air), CMA_a , indiquées pour les travailleurs dans la directive de 1984.

Quelques exemples sont donnés dans le tableau suivant :

Nucléide	projet de directive conc. max. exempée		directive de 1984 CMA_a travailleurs	Facteurs multiplicatifs
	kgBq/kg	Bq/m ³ (air)	Bq/m ³	
Ar 41	10^3	$1,3 \cdot 10^6$	10^5	13
Kr 85	10^6	$1,3 \cdot 10^9$	$5 \cdot 10^6$	260
Xe 133	10^4	$1,3 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^6$	3,2
Xe 135	10^4	$1,3 \cdot 10^7$	$5 \cdot 10^5$	26

La dernière colonne du tableau donne le rapport entre les limites d'exemption projetées et les CMA_a pour les travailleurs adoptées en 1984. Ceci met en évidence que les limites d'exemption du projet de directive ont été fixées à des niveaux considérables.

Augmentation de la limite d'exemption pour le tritium

Nous envisagerons le tritium sous forme de vapeur d'eau tritiée.

Dans le nouveau projet de directive la limite d'exemption est fixée à 10^6 kBq/kg soit $1,3 \cdot 10^9$ Bq/m³ d'air. La directive de 1984 fixait la CMA_a pour les travailleurs à $8 \cdot 10^5$ Bq/m³. La limite d'exemption proposée est donc 1 630 fois plus élevée que la CMA_a des travailleurs.

D'autre part la limite d'incorporation annuelle par inhalation pour le tritium (sous forme de vapeur d'eau) est de $3 \cdot 10^8$ Bq dans la directive de 1984 pour les personnes du public. Il suffirait, pour une personne du public d'inhaler $0,23$ m³ d'un air chargé de vapeur d'eau tritiée à la limite d'exemption pour atteindre la LIA de 1984 c'est à dire recevoir une dose engagée de 5 mSv.

L'homme standard inhale $0,8$ m³ par heure. Il suffirait donc de séjourner 17 minutes dans cet air à la limite d'exemption pour atteindre la LIA de 1984. Comme depuis cette date la limite de dose pour les personnes du public a été divisée par 5, le temps nécessaire pour atteindre cette limite de dose serait 5 fois plus court soit environ 3 minutes 1/2 !

On voit que l'accroissement considérable de la limite d'exemption concernant la concentration par rapport à 1980 ($\times 10\ 000$) est totalement incohérent par rapport aux limites de dose.

Conclusion

Les limites d'exemption envisagées dans le projet de directive conduiraient dans les faits à supprimer toute réglementation pour les rejets dans l'atmosphère du tritium, des argons, des kryptons et xénon radioactifs.

17 novembre 1992

SUPPLEMENT AUX COMMENTAIRES
sur le
PROJET DE DIRECTIVE DU CONSEIL DU 6 JUILLET 1992

Roger Belbéoch

Les limites d'exemption de déclaration et d'autorisation préalable

Aucune indication n'est donnée dans le projet de directive du Conseil concernant les concepts, les hypothèses, les critères qu'il a utilisés pour établir les limites d'exemption soit pour les quantités totales, soit pour les concentrations des radionucléides considérés. Aucune référence à des articles scientifiques ou à des rapports de comités d'experts n'est donnée. Ceci enlève beaucoup de valeur à la déclaration d'intention du Conseil quant à ses objectifs : *«donner à la radioprotection un fondement technique et scientifique solide»* (paragraphe 3 de l'exposé des motifs).

L'établissement de normes d'exemption qui permettent le recyclage dans le domaine public de substances radioactives d'une façon inconditionnelle, sans contrôle, est particulièrement important pour l'*«élimination»* des déchets de l'industrie et des diverses activités nucléaires.

L'intérêt économique de limites d'exemption très élevées est évident, les coûts du stockage au delà de ces limites pouvant être très importants. Le détriment du recyclage des substances radioactives pour la santé de l'ensemble de la population doit être évalué et l'équivalence avec le bénéfice retiré par l'industrie nucléaire doit être explicité.

Pour essayer de trouver une certaine cohérence entre la limite de concentration en substances radioactives et la toxicité de ces substances nous avons utilisé les Limites d'Incorporation Annuelles (LIA) par ingestion telles qu'elles sont explicitées dans la directive du Conseil du 3 sept. 1984 qui modifie la directive du Conseil du 15 juillet 1980 (le nouveau projet de directive est censé remplacer ces directives). La question qui se pose est la suivante : en supposant qu'un nucléide est dilué dans de l'eau à une concentration égale à la limite de concentration exemptée, quel volume d'eau un individu du public doit-il ingérer pour que la dose engagée atteigne la limite de dose indiquée dans le projet de directive, à savoir 1 mSv par an ? (Remarque : les LIA de la directive de 1984 correspondent à une limite de dose annuelle de 5 mSv/an). Aucune précision n'est donnée dans le projet de directive quant à la nature du support qui contient la substance radioactive. Nous pouvons donc faire l'hypothèse que les radionucléides sont dissous dans l'eau. D'autre part en dessous des limites d'exemption l'usage des matières contaminées n'est soumis à aucune condition. Le mode d'action des substances radioactives sur les individus que nous privilégions dans ce modèle n'est donc pas interdit par le projet de directive. Il n'est pas le seul possible mais il nous permet de constituer une **échelle comparative de radiotoxicité des différents radionucléides à la concentration de la limite d'exemption.**

Dans le tableau ci-joint nous avons énuméré les radionucléides de l'annexe I du projet qui ont une durée de vie supérieure à quelques jours.

Dans la première colonne numérique nous donnons les concentrations de limites d'exemption indiquées dans l'annexe I du projet en kgBq/kg; dans la seconde colonne nous la donnons en Bq/kg pour utiliser une unité plus cohérente; la 3ème colonne donne les LIA de la directive de 1984 (limite annuelle de dose de 5 mSv); la 4ème colonne donne les valeurs arrondies à l'entier le plus proche des LIA déduites des précédentes pour une limite annuelle de dose de 1 mSv. La dernière colonne indique le volume d'eau à ingérer pour atteindre la limite de dose si le radionucléide s'y trouve à la limite de concentration exemptée, volume obtenu en divisant pour chaque radionucléide la LIA 1mSv (4ème colonne numérique) par la concentration limite exemptée en Bq/kg (2ème colonne numérique).

D'après les valeurs figurant dans la dernière colonne du tableau, la radiotoxicité de la concentration limite exemptée varie de 4 000 litres à 0, 006 litre, soit une fourchette de près de 700 000. On ne voit donc guère de cohérence dans la façon dont le Conseil a établi ses normes d'exemption, à moins que le critère de toxicité n'ait pas été le critère déterminant. Il serait alors souhaitable qu'il fût explicité.

Les valeurs de volumes d'eau faibles sont dues à un choix de concentrations limites d'exemption très grandes. Ces concentrations limites exemptées sont particulièrement élevées pour les éléments suivants :

- Iode 125, 126, 129, 131
- Césium 135, 137
- Tellure 125m, 127m, 129m
- Plomb 210
- Polonium 210
- Radium 223, 224, 225, 226, 228
- Thorium 227, 228, 229, 230, 232 naturel, 234
- Actinium 227
- Protactinium 231
- Uranium de 230 à 238, 238 naturel,

Tous les transuraniens (Neptunium, Plutonium, Américium, Curium, Berkélium, Californium, Einsteinium) ont des limites d'exemption extrêmement élevées.

La limite d'exemption pour le Radon 222

La directive de 1984 donne pour la LIA du Radon 222 en équilibre avec ses descendants à vie courte $3,6 \cdot 10^5$ Bq/an. Cette LIA correspondant à une limite de dose de 5 mSv/an on en déduit la LIA correspondant à la limite de dose annuelle de 1 mSv/an soit $7 \cdot 10^4$ Bq/an. Le projet de directive donne une limite d'exemption de 10^3 Bq/kg c'est à dire $1,3 \cdot 10^3$ Bq/m³ si le radon se trouve dans l'air.

Une personne du public inhalant environ 55 m³ d'un air chargé en radon à la limite d'exemption atteindrait une dose engagée égale à la limite annuelle de 1 mSv. Ceci correspond à un séjour d'environ 2 jours 1/2 dans cet air pour l'homme standard de la radioprotection.

D'après la publication 32 de la CIPR une concentration en radon de 50 Bq/m³ conduit à une dose engagée pour les individus du public de 5 mSv/an. Avec une limite de dose annuelle de 1 mSv la concentration en radon dans l'air ne devrait pas dépasser pour le public 10 Bq/m³. En fait la contribution du recyclage du radon industriel ne devrait être qu'une petite fraction de cette limite et la concentration maximale en radon devrait être bien inférieure à 10 Bq/m³.

Nucléide	concentration limite exemptée (projet)		LIA (Bq) d'après la directive de 1984		volume d'eau (litres)
	(Bq/kg)	(Bq/kg)	pour 5 mSv	pour 1 mSv	
Be 7	10^2	10^5	$2 \cdot 10^8$	$4 \cdot 10^7$	400
C 14	10^4	10^7	$9 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^6$	0, 2
Na 22	1	10^3	$9 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^6$	2 000
P 32	10^2	10^5	$2 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^5$	4
P 33	10^5	10^8	$2 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^6$	0, 04
S 35	10^5	10^8	$2 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^6$	0, 04
Cl 36	10^3	10^6	$6 \cdot 10^6$	10^6	1
Ca 45	10^4	10^7	$6 \cdot 10^6$	10^6	0, 1
Ca 47	10	10^4	$3 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^5$	60
Sc 46	1	10^3	$3 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^5$	600
Sc 47	10	10^4	$8 \cdot 10^7$	$2 \cdot 10^7$	2 000
V 48	1	10^3	$2 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^5$	400
Cr 51	10^2	10^5	10^8	$2 \cdot 10^7$	200
Fe 55	10^4	10^7	$3 \cdot 10^7$	$6 \cdot 10^6$	0, 6
Fe 59	1	10^3	$3 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^5$	600
Mn 52	1	10^3	$3 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^5$	600
Mn 53	10^4	10^7	$2 \cdot 10^8$	$4 \cdot 10^7$	4
Mn 54	10	10^4	$7 \cdot 10^6$	10^6	100
Co 56	1	10^3	$2 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^6$	4 000
Co 57	10	10^4	$2 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^6$	400
Co 58	10	10^4	$5 \cdot 10^6$	10^6	100
Co 60	1	10^3	$7 \cdot 10^5$	10^5	100
Ni 59	10^4	10^7	$9 \cdot 10^7$	$2 \cdot 10^7$	2
Ni 63	10^5	10^8	$3 \cdot 10^7$	$6 \cdot 10^6$	0, 06
Zn 65	10	10^4	10^6	$2 \cdot 10^5$	20
Ge 71	10^3	10^6	$2 \cdot 10^9$	$4 \cdot 10^8$	400
As 73	10^3	10^6	$3 \cdot 10^7$	$6 \cdot 10^6$	6
As 74	10	10^4	$6 \cdot 10^6$	10^6	100
Se 75	10	10^4	$2 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^5$	40
Sr 85	10	10^4	$9 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^6$	200
Sr 89	10^2	10^5	$2 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^5$	4
Sr 90	10	10^4	10^5	$2 \cdot 10^4$	2
Y 91	10^2	10^5	$2 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^5$	4

Nucléide	concentration limite exemptée (projet)		LIA (Bq) d'après la directive de 1984		volume d'eau (litres)
	(Bq/kg)	(Bq/kg)	pour 5 mSv	pour 1 mSv	
Rb 86	10	10^4	$2 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^5$	40
Zr 93	10^3	10^6	$5 \cdot 10^6$	10^6	1
Zr 95	10	10^4	$5 \cdot 10^6$	10^6	100
Nb 93m	10^3	10^6	$3 \cdot 10^7$	$6 \cdot 10^6$	6
Nb 94	1	10^3	$4 \cdot 10^6$	$8 \cdot 10^5$	800
Nb 95	10	10^4	$8 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^5$	20
Tc 96	1	10^3	$7 \cdot 10^6$	10^6	1000
Tc 97	10^3	10^6	10^8	$2 \cdot 10^7$	20
Tc 97m	10^3	10^6	$2 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^6$	4
Tc 99	10^4	10^7	10^7	$2 \cdot 10^6$	0, 2
Mo 93	10^3	10^6	10^7	$2 \cdot 10^6$	2
Ru 97	10	10^4	$3 \cdot 10^7$	$6 \cdot 10^6$	600
Ru 103	10	10^4	$7 \cdot 10^6$	10^6	100
Ru 106	10	10^4	$7 \cdot 10^5$	10^5	10
Pd 103	10^3	10^6	$2 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^4$	0, 04
Cd 109	10^3	10^6	10^6	$2 \cdot 10^5$	0, 2
Cd 115m	10^2	10^5	$2 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^6$	40
Ag 105	10	10^4	10^7	$2 \cdot 10^6$	200
Ag 110m	1	10^3	$2 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^5$	400
Ag 111	10^2	10^5	$3 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^5$	6
In 111	10	10^4	$2 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^6$	400
In 114m	10^2	10^5	10^6	$2 \cdot 10^5$	2
Sn 113	10^2	10^5	$6 \cdot 10^6$	10^6	10
Sn 125	10	10^4	10^6	$2 \cdot 10^5$	20
Sb 122	10	10^4	$3 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^5$	60
Sb 124	1	10^3	$2 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^5$	400
Sb 125	10	10^4	$7 \cdot 10^6$	10^6	100
I 125	10^2	10^5	10^5	$2 \cdot 10^4$	0, 20
I 126	10	10^4	$8 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$	2
I 129	10^2	10^5	$2 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^3$	0, 04
I 131	10	10^4	10^5	$2 \cdot 10^4$	2
Cs 131	10^2	10^5	$8 \cdot 10^7$	$2 \cdot 10^7$	200
Cs 132	10	10^4	10^7	$2 \cdot 10^6$	200

Nucléide	concentration limite exemptée (projet)		LIA (Bq) d'après la directive de 1984		volume d'eau (litres)
	(Bq/kg)	(Bq/kg)	pour 5 mSv	pour 1 mSv	
Cs 134	1	10^3	$3 \cdot 10^5$	$6 \cdot 10^4$	60
Cs 135	10^4	10^7	$3 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^5$	0,06
Cs 136	1	10^3	$2 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^5$	400
Cs 137	10	10^4	$4 \cdot 10^5$	$8 \cdot 10^4$	8
Te 123m	10	10^4	$2 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^5$	40
Te 125m	10^2	10^5	$4 \cdot 10^6$	$8 \cdot 10^5$	8
Te 127m	10^3	10^6	$2 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^5$	0,4
Te 129m	10^2	10^5	$2 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^5$	4
Ce 139	10	10^4	$2 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^6$	400
Ce 141	10^2	10^5	$6 \cdot 10^6$	10^6	10
Ce 144	10	10^4	$8 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$	20
Ba 131	10	10^4	10^7	$2 \cdot 10^6$	200
Ba 140	1	10^3	$2 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^5$	400
Pr 143	10^2	10^5	$3 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^5$	6
Pm 147	10^4	10^7	$2 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^6$	0,4
Nd 147	10	10^4	$4 \cdot 10^6$	$8 \cdot 10^5$	80
Sm 151	10^5	10^8	$5 \cdot 10^7$	10^7	0,1
Eu 152	1	10^3	$3 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^5$	600
Eu 154	1	10^3	$2 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^5$	400
Eu 155	10^2	10^5	10^7	$2 \cdot 10^6$	20
Gd 153	10	10^4	$2 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^6$	400
Tb 160	1	10^3	$3 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^5$	600
Er 169	10^4	10^7	10^7	$2 \cdot 10^6$	0,2
Tm 170	10^2	10^5	$3 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^5$	6
Tm 171	10^4	10^7	$4 \cdot 10^7$	$8 \cdot 10^6$	0,8
Yb 175	10^2	10^5	10^7	$2 \cdot 10^6$	20
Lu 177	10^2	10^5	$8 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^6$	20
Ta 182	1	10^3	$3 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^5$	600
Hf 181	10	10^4	$4 \cdot 10^6$	$8 \cdot 10^5$	80
W 181	10^2	10^5	$6 \cdot 10^7$	10^7	100
W 185	10^4	10^7	$8 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^6$	0,2
Os 185	10	10^4	$9 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^6$	200
Os 191	10^2	10^5	$8 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^6$	20

Nucléide	concentration limite exemptée (projet)		LIA (Bq) d'après la directive de 1984		volume d'eau (litres)
	(Bq/kg)	(Bq/kg)	pour 5 mSv	pour 1 mSv	
Ir 190	1	10^3	$4 \cdot 10^6$	$8 \cdot 10^5$	800
Ir 192	10	10^4	$4 \cdot 10^6$	$8 \cdot 10^5$	8
Pt 191	10	10^4	10^7	$2 \cdot 10^6$	200
Pt 193m	10^2	10^5	$9 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^6$	20
Hg 203	10	10^4	$3 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^5$	60
Au 198	10	10^4	$5 \cdot 10^6$	10^6	100
Au 199	10^2	10^5	10^7	$2 \cdot 10^6$	20
Tl 202	10	10^4	10^7	$2 \cdot 10^6$	200
Tl 204	10^2	10^5	$6 \cdot 10^6$	10^6	10
Bi 206	1	10^3	$2 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^5$	400
Bi 207	1	10^3	$4 \cdot 10^6$	$8 \cdot 10^5$	800
Bi 210	10^2	10^5	$3 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^5$	6
Pb 210	10	10^4	$2 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^2$	0,04
Po 210	10	10^4	10^4	$2 \cdot 10^3$	0,2
Ra 223	10	10^4	$2 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^3$	0,4
Ra 224	1	10^3	$3 \cdot 10^4$	$6 \cdot 10^3$	6
Ra 225	10^2	10^5	$3 \cdot 10^4$	$6 \cdot 10^3$	0,06
Ra 226	1	10^3	$7 \cdot 10^3$	10^3	1
Ra 228	10	10^4	$9 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^3$	0,2
Th 227	10	10^4	$5 \cdot 10^5$	10^5	10
Th 228	1	10^3	$2 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^3$	4
Th 229	10	10^4	$2 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^2$	0,04
Th 230	10	10^4	10^4	$2 \cdot 10^3$	0,2
Th 232nat.	1	10^3	$5 \cdot 10^3$	10^3	1
Th 234	10	10^4	10^6	$2 \cdot 10^5$	20
Ac 227	10	10^4	$7 \cdot 10^2$	10^2	0,01
Pa 230	10	10^4	$2 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^5$	40
Pa 231	10	10^4	$7 \cdot 10^2$	10^2	0,01
Pa 233	10	10^4	$5 \cdot 10^6$	10^6	100
U 230	10^2	10^5	10^4	$2 \cdot 10^3$	0,02
U 231	10^2	10^5	$2 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^6$	40
U 232	1	10^3	$8 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^3$	2
U 233	10^2	10^5	$4 \cdot 10$	$8 \cdot 10^3$	0,08

Nucléide	concentration limite exemptée (projet)		LIA (Bq) d'après la directive de 1984		volume d'eau (litres)
	(Bq/kg)	(Bq/kg)	pour 5 mSv	pour 1 mSv	
U 234	10^2	10^5	$4 \cdot 10^4$	$8 \cdot 10^3$	0,08
U 235	10^2	10^5	$5 \cdot 10^4$	10^4	0,1
U 236	10^2	10^5	$5 \cdot 10^4$	10^4	0,1
U 237	10	10^4	$6 \cdot 10^6$	10^6	100
U 238	10	10^4	$5 \cdot 10^4$	10^4	1
U 238nat.	1	10^3	$5 \cdot 10^4$	10^4	10
Np 237	10	10^4	$3 \cdot 10^2$	60	0,006
Np 239	10	10^4	$6 \cdot 10^6$	10^6	100
Pu 236	10^2	10^5	$8 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$	0,2
Pu 237	10^2	10^5	$5 \cdot 10^7$	10^7	100
Pu 238	10	10^4	$3 \cdot 10^4$	$6 \cdot 10^3$	0,6
Pu 239	10	10^4	$2 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^3$	0,4
Pu 240	10	10^4	$2 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^3$	0,4
Pu 241	10^3	10^6	10^6	$2 \cdot 10^5$	0,2
Pu 244	10	10^4	$3 \cdot 10^4$	$6 \cdot 10^3$	0,6
Am 241	10	10^4	$5 \cdot 10^3$	10^3	0,1
Am 242m	10^2	10^5	$5 \cdot 10^3$	10^3	0,01
Am 243	10	10^4	$5 \cdot 10^3$	10^3	0,1
Cm 243	10	10^4	$7 \cdot 10^3$	10^3	0,1
Cm 245	10	10^4	$5 \cdot 10^3$	10^3	0,1
Cm 246	10	10^4	$5 \cdot 10^3$	10^3	0,1
Cm 247	10	10^4	$5 \cdot 10^3$	10^3	0,1
Cm 248	10	10^4	10^3	$2 \cdot 10^2$	0,02
Bk 249	10^4	10^7	$2 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^5$	0,04
Cf 248	10^2	10^5	$8 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$	0,2
Cf 249	10	10^4	$4 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^2$	0,08
Cf 250	10^2	10^5	10^4	$2 \cdot 10^3$	0,02
Cf 251	10	10^4	$4 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^2$	0,08
Cf 252	10^2	10^5	$2 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^3$	0,04
Cf 253	10^4	10^7	$2 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^5$	0,04
Cf 254	10	10^4	10^4	$2 \cdot 10^3$	0,2
Es 253	10^3	10^6	$8 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$	0,2
Es 254	10^2	10^5	$8 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$	0,2

25 Nov. 1992