

Les radio-éléments des centrales nucléaires ne sont pas dangereux

La crise de l'énergie incite les gouvernements à accélérer leur programme de construction de centrales nucléaires tandis que, devant la nécessité, les campagnes contre la pollution semblent perdre de leur influence sur l'opinion. La prolifération des centrales s'accompagnera, néanmoins, de la création de quantités importantes de radio-éléments artificiels qui ne sont pas dange-

reux s'ils sont stockés dans des installations spéciales.

Les craintes à l'égard des radio-éléments artificiels paraissent résulter de l'association, plus ou moins consciente, de l'appréhension devant la radioactivité et des négligences qu'ont pu, en certaines occasions, commettre dans d'autres domaines certaines industries devant les problèmes des déchets ou effluents. Mais on oublie

que bien avant le développement, à l'échelle industrielle, de l'énergie nucléaire, tous les problèmes de traitements d'effluents, de conditionnement des déchets ont été étudiés sur une large échelle et des techniques nécessaires développées et mises en œuvre. On oublie aussi la radioactivité naturelle dans laquelle nous vivons tous, continuellement, et que les effluents radioactifs ne modifieront pratiquement pas.

QUELS sont les effluents et sous-produits résultant de la production d'énergie nucléaire ? Les sous-produits sont essentiellement les produits de fission, c'est-à-dire des éléments chimiques du milieu de classification de Mendeleïev. Ces nucléides sont radioactifs, mais certains ont des périodes courtes et deviennent stables lors du séjour de l'uranium dans le réacteur des isotopes. La plupart restent radioactifs et ce sont eux qui donnent aux combustibles irradiés sortis des réacteurs leur radioactivité élevée. Lors du retraitement de ces combustibles permettant de récupérer le plutonium et l'uranium résiduel, ces produits de fission sont séparés et stockés sur le site des usines de retraitement.

Actuellement, et compte tenu de l'état du développement de l'énergie nucléaire, leur production est relativement faible. A la fin de 1970, la totalité de la radioactivité stockée en Europe dans les cuves des usines de retraitement ne dépassait guère 300 millions de curies (unités d'activité radionucléaire). Ce chiffre peut paraître élevé, mais il reste très inférieur à la radioactivité contenue naturellement dans une faible partie de la croûte terrestre.

L'évolution prévisible de la production des produits de fission peut être résumée en quelques chiffres :

PRODUCTION ANNUELLE EN MILLIONS DE CURIES

	France	Europe	Monde
En 1980	3 000	15 000	40 000
En 2000	27 000	130 000	300 000

Ces chiffres concernent les quantités produites. Ils ne font que traduire l'énorme développement des

programmes nucléaires, d'ici à la fin du siècle. Mais ils n'ont aucune signification pour le stockage de ces

Par YVES SOUSSELIER (*)

produits, et encore moins pour les risques éventuels. En effet, la plupart des produits de fission ont des périodes courtes ; par exemple, le zirconium 95, qui a une période de deux mois, verra sa radioactivité ré-

RADIOACTIVITE CUMULEE DANS LE MONDE (en millions de curies)

	Césium 137	Strontium 90
En 1980	2 000	1 600
En 2000	30 000-40 000	20 000-25 000

Ces chiffres sont certes assez considérables, mais ils restent, eux aussi, bien inférieurs à ceux correspondant à la radioactivité naturelle de notre globe. L'écorce de celui-ci, dans les 2 000 mètres superficiels, contient plus de 160 milliards de tonnes d'uranium ; l'activité contenue dans cette partie de l'écorce est de plus de 10 000 milliards de curies, dont plus de 1 000 milliards de curies de radium. Ce dernier est, il faut le souligner, beaucoup plus radiotoxique que les nucléides en question, et même que le plutonium (1). De

plus la comparaison avec la radioactivité naturelle n'est pas très bien adaptée, car ces produits de fission sont et resteront stockés de façon sûre. On trouvera également dans les déchets des traces de sous-produits à période longue comme le plutonium (période vingt-quatre mille ans), du fait que les rendements de récupération en usine ne sont jamais rigoureusement de 100 %. On retrouvera également certains éléments transuraniens. Des évaluations ont été faites des quantités de ces corps susceptibles de se retrouver dans les déchets :

PREVISIONS DES TONNAGES DE TRANSURANIENS QUE L'ON RETROUVERA DANS LES DECHETS (en tonnes)

	Plutonium (Pu)	Américium (Am)	Curium (Cm)
En 1980	0,2	0,3	0,14
En 2000	8-11	15-20	0,5-0,7
(soit en millions de curies)			
En 1980	3,10	4	83
En 2000	120-170	200-260	300-400

En fait, ces estimations sont très prudentes, c'est-à-dire certainement très surévaluées. Il est bien évident que l'on cherchera à réduire leur quantité dans les déchets, ne serait-ce qu'à cause de la valeur de ces produits, et parce que, comme dans toutes les industries chimiques, on améliorera les rendements.

A ces effluents radioactifs qui seront stockés, il convient d'ajouter ceux qui sont rejetés dans l'atmosphère.

Il s'agit de produits de fission gazeux dont une très faible fraction, inférieure au dix millièmes, sera libérée au niveau des centrales et dont une fraction plus importante le sera par les usines de retraitement. Parmi eux, seuls deux isotopes ont des périodes relativement longues le krypton 85 (dix ans) et le tritium (douze ans). Le tableau ci-dessous donne l'évaluation des quantités totales produites :

PRODUCTION CUMULEE DANS LE MONDE DE PRODUITS DE FISSION GAZEUX (en millions de curies)

	Tritium	Krypton 85
En 1980	12	400
En 2000	180-250	4 500-6 000

Ce sont les rejets de produits de fission gazeux qui constituent, en pratique, la seule source d'irradiation potentielle consécutive au développement de l'énergie nucléaire. Or,

les chiffres correspondants sont extrêmement faibles. Aux Etats-Unis, dans lequel le programme nucléaire est le plus développé avec plus de 170 000 mégawatts nucléaires en service, en construction ou commandés, l'irradiation due à ces effluents sera, d'après les évaluations de l'Environmental Protection Agency des Etats-Unis, en 1980 de 0,05 mrem/an (le millirem est une unité d'irradiation) et en l'an 2000 de 0,37 mrem/an. Ces chiffres sont insignifiants par rapport à l'irradiation naturelle régnant aux Etats-Unis et qui varie entre 100 et 300 mrem/an. Mais, de plus en plus, des études en cours ont permis de trouver des procédés qui en sont actuellement au stade du développement industriel et qui pourront être mis en application au fur et à mesure du développement de l'énergie nucléaire pour ramener les rejets à des valeurs encore plus basses.

(1) Pour s'en convaincre, il suffit de comparer les valeurs des concentrations maximales admissibles pour qu'une eau soit potable du point de vue de la radioactivité, et qui sont pour le strontium 90 de 4×10^{-7} curie/mètre cube, pour le plutonium, de 5×10^{-6} curie/mètre cube et pour le radium, de 10^{-8} curie/mètre cube.

DES CUVES RÉSISTANT A LA CORROSION

PENDANT PLUS DE CENT ANS

Il peut paraître paradoxal que, de tous les déchets industriels, les déchets radioactifs soient ceux dont on puisse le mieux garantir l'innocuité. Des efforts très importants ont en effet été consentis, dès les premiers stades de développement de l'énergie nucléaire, pour trouver les procédés de traitement et de conditionnement adéquats, développer les technologies, faire les études de radio-écologie nécessaires.

Les produits de fission sont stockés au cours des premières années dans des cuves en acier inoxydable situées dans des enceintes en béton recouvert d'acier inoxydable. Pour fixer les idées, on peut mentionner que ces enceintes de béton ont une épaisseur de 1,50 mètre ; les tôles des cuves de stockage ont une épaisseur qui peut atteindre 16 millimètres et sont réalisées dans des nuances d'acier inoxydable encore plus résistantes que celles utilisées dans l'industrie chimique classique et, a fortiori, celles utilisées dans les articles ménagers. Des études ont permis de montrer que ces cuves étaient susceptibles de résister à la corrosion pendant plus de cent ans.

Compte tenu de multiples autres précautions (en particulier maintien des cuves vides en réserve, etc.), les risques de fuite sont nuls et les effets sur l'environnement aussi ; aucune contamination n'est possible, ni aucune irradiation

mesurable, à l'extérieur de ces enceintes. Il est prévu de solidifier ces produits et de les incorporer dans des verres qui seront, après quelques années de stockage sur le site, transférés pour stockage définitif, par exemple, dans des formations géologiques appropriées. Ce mode de conservation, comme la forme physique du produit stocké, permettra de s'affranchir des sujétions d'un contrôle.

Le verre ne serait que très peu attaqué par d'éventuelles venues d'eau souterraines. Le taux de lixiviation, qui représente la fraction de la radioactivité susceptible de migrer dans l'eau en cas d'immersion totale, est de l'ordre de 10^{-8} gramme/mètre carré par jour, ce qui correspondrait à moins d'un millième de la radioactivité présente pouvant migrer dans l'eau au cours d'une période de cent ans. Mais la valeur si basse de ce chiffre ne correspond qu'à un facteur de sécurité supplémentaire, car ces blocs seront stockés dans des formations géologiques exemptes de venues d'eau, comme par exemple les formations salines.

Le coût total du traitement et du stockage est de l'ordre de 1 % du prix de revient du kilowatt-heure. L'utilisation de formations géologiques conviendra également pour le stockage de déchets ou sous-produits contenant des nucléides à période très longue comme le plutonium (période vingt-quatre mille ans).

Aucun problème de volume

Le stockage de ces sous-produits ne soulèvera aucun problème de volume. Le retraitement des combustibles irradiés pendant toute la vie d'un réacteur de 900 mégawatts électriques, tel que ceux de l'E.D.F. à Fessenheim, conduira à un volume de verre de 75 mètres cubes. L'électricité nécessaire à la consommation, pendant un an, d'une ville de cent mille habitants, entraîne la production de 90 litres de tel verre. Pour fixer les idées, on peut rappeler que si la même électricité avait été produite par du charbon, la quantité correspondante des déchets (cendres et stériles) aurait été de 20 000 tonnes environ.

La seule catégorie de déchets radioactifs qui pourrait a priori sembler poser des problèmes de volume est celle des déchets de faible activité. Il s'agit de déchets industriels normaux et qui sont contaminés par de la radioactivité ; ce peut être des gants, chiffons, plastiques, matériel consommable des labo-

ratoires, pièces d'équipement d'usines non réutilisables, etc. Ils proviennent aussi bien des centrales nucléaires que des centres de recherche, des usines du cycle de combustibles que des hôpitaux ou laboratoires utilisant des radio-isotopes. La radioactivité qu'ils contiennent est très faible, généralement inférieure à celle d'un minerai d'uranium.

Les volumes correspondant sont actuellement en France de l'ordre de 5 000 mètres cubes par an et seront de l'ordre de 20 000 mètres cubes par an en 1985, de 50 000 mètres cubes en l'an 2000. Leur stockage demande certaines précautions et divers contrôles, mais relativement limités eu égard à la faible valeur de la radioactivité présente. Les surfaces nécessaires pour le stockage (quand on utilise la méthode d'enfouissement près de la surface) sont très limitées et négligeables par rapport aux surfaces nécessitées pour le stockage d'autres déchets industriels.

(*) Adjoint au directeur du plutonium au Commissariat à l'énergie atomique (C.E.A.).