OPTIMISATION ET CONTROLE DES REJETS RADIOACTIFS DES CENTRALES A EAU PRESSURISEE DU PROGRAMME ELECTRONUCLEAIRE FRANCAIS.

Jacques Lochard, Carlo Maccia et Pierre Pagès.

Centre d'étude sur l'Evaluation de la Protection dans le domaine Nucléaire - (C.E.P.N.) - Fontenay aux Roses - FRANCE

Les dernières recommandations de la CIPR[1] proposent d'introduire dans le processus de décision concernant la fixation des niveaux de protection dans les installations électronucléaires, la notion d'optimisation.

Dans l'état avancé de développement de certains programmes électronucléaires nationaux, et c'est le cas en particulier pour la France, les choix de radioprotection ont été arrêtés antérieurement et indépendamment de règles ou de directives issues plus ou moins directement de l'esprit de la CIPR. L'analyse de ces choix selon la démarche méthodologique préconisée par la CIPR n'est cependant pas dénuée de tout intérêt.

L'analyse des divers systèmes de traitement des effluents liquides et gazeux équipant actuellement les installations doit en effet permettre de situer les niveaux atteints en matière de protection par rapport à ce qu'il convient d'appeler les niveaux ALARA.

L'étude présentée ici concerne une telle analyse pour les systèmes de traitement des effluents radioactifs des centrales 1 300 MWe à eau pressurisée caractéristiques du programme éléctronucléaire français.

METHODE ET CADRE D'ANALYSE.

Afin de pouvoir comparer et classer les différents systèmes de traitement, il est nécessaire d'évaluer l'impact économique et sanitaire associé à chaque système. Ces évaluations ont été effectuées à l'aide d'une série de modèles reposant à la fois sur des données réelles et sur des hypothèses[2].

Les quantités rejetées de radionucléides dans l'environnement sont évaluées à partir des hypothèses concernant le fonctionnement du réacteur en marche normale et les efficacités théoriques des systèmes de traitement des effluents liquides et gazeux, telles que les admettent les exploitants dans les études préalables à la mise en route des réacteurs. (Rapport de Sûreté - Demande d'Autorisation de Rejets).

Le tableau 1 précise les principales caractéristiques de fonctionnement des réacteurs 1 300 MWe et les activités rejetées après traitement. Le tableau 2 donne pour les effluents traités le type de traitement associé, chaque traitement étant caractérisé par un facteur de décontamination (FD) et/ou une durée de stockage (D).

Pour l'évaluation des effets sanitaires associés aux rejets, un site particulier dans la vallée du Rhône, jugé représentatif de l'implantation actuelle des centrales françaises, a été retenu. Les concentrations puis les doses ont été calculées pour les principaux radionucléides (à l'exception du tritium pour lequel aucun traitement

n'est prévu) et les voies d'exposition généralement retenues dans ce genre d'analyse. En ce qui concerne le site il s'agit de données réelles concernant les conditions météorologiques et la répartition géographique des populations et des productions agricoles.

TABLEAU 1. Caractéristiques principales du réacteur et du site.

REACTEUR	. Puissance électrique nominale	1 300 MWe
	. Durée de fonctionnement	8 000 h
	. Taux de rupture de gaine	0,25 %
	. Fuite primaire totale	14 kg/h
	. Fuite primaire-secondaire	4 kg/h
REJETS	. Total gazeux	15 000 Ci
	dont iode	0.9 Ci
	. Total liquide hors tritium	7 Ci
	dont iode	2 Ci
SITE	. Population (R $\leq$ 100 km)	2 10^6 hab.
	. Débit du fleuve	1 600 m^3/s

TABLEAU 2. Systèmes de traitement et voies d'effluents associés.

VOIE D'EFFLUENT	Symbole	TRAITEMENT
Drains + Effluents chimiques	DR	Evaporation thermique + stockage (FD = 100 D = 5 j)
Laverie	LV	Stockage (D = 30 j)
Dégazage eau primaire	TEG	Stockage sous pression (D = 60j)
Fuites bâtiment réacteur	BR	Piégeage des iodes en balayage continu (FD = 10)

L'indicateur de dose retenu est l'engagement d'équivalent de dose effectif collectif dans un rayon de 100 km autour de l'installation. Le passage aux effets est effectué en utilisant le coefficient proposé par la CIPR de 1.65 10^{-2} effet (cancers mortels aux organes autres que la peau) par Homme-Sievert.

L'indicateur économique qui caractérise chaque système de traitement est le coût total actualisé, c'est à dire la somme actualisée sur 20 ans du coût annuel d'exploitation d'un système et de l'annuité d'amortissement de l'année correspondante. (Le taux d'actualisation retenu est de 9 %, les coûts exprimés en francs 1978). Le coût d'exploitation annuel ne tient pas compte du coût de traitement des déchets. Quant aux coûts d'investissement ils prennent en compte les coûts directs (matériel, montage, étude et transport) et indirects (intérêts intercalaires et frais d'ingenierie). Il est à noter que le système de traitement des eaux primaires et le système de traitement des purges des générateurs de vapeur sont considérés comme des systèmes de production indispensables au bon fonctionnement du réacteur et qu'en conséquence leur coût ne figure pas dans les coûts de protection.

RESULTATS

Le tableau 3 synthétise les résultats. Les systèmes sont classés dans l'ordre des rapports coût-efficacité croissants : l'efficacité étant définie par le nombre d'effets évités par le recours à un système.

TABLEAU 3. Coûts et efficacité des systèmes de traitement des effluents.

SYSTEME	COUTS (10^3 FF) Inv.	Expl.	Tot. actual.	Effets évités(*)	ΔC/ΔE
TEG.	1 290	52	1 440	3.1	4.6 (2)
DR.	4 480	350	6 750	2.3 (-1) **	2.9 (4)
NR.	100	36	440	4.8 (-4)	9.1 (5)
LV.	300	88	1 160	1 (-4)	2.9 (6)

* 1,3 GWe x 20 ans

** 2.3 (-1) = 0,23

Pour l'analyse coût-bénéfice, conformément à la présentation préconisée dans la publication 22 de la CIPR[3], il convient d'exprimer l'efficacité en effets résiduels. En l'absence de traitement l'ensemble des rejets conduisent à 3.5 effets pour 20 ans de fonctionnement du réacteur. Les valeurs de l'Homme-Sievert retenues sont respectivement de 400 FF et 4 000 FF. L'analyse de la Figure 1 montre que pour ces valeurs qui peuvent être considérées comme extrêmes, le niveau de radioprotection atteint se situe au-delà de la valeur qui minimise le coût social de radioprotection.

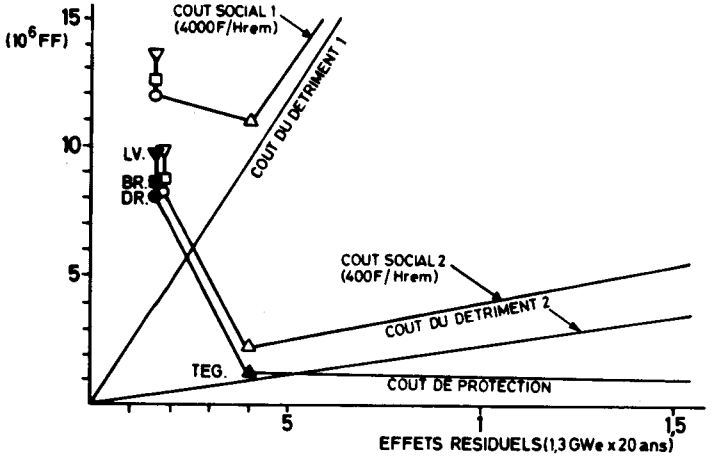

FIGURE 1. Analyse coût-bénéfice.

CONCLUSION

L'analyse a posteriori des choix de radioprotection permet comme on l'a montré, de situer voire de justifier ces choix. Elle permet d'autre part de donner les éléments nécessaires (le coût marginal de l'effet évité en particulier) pour une comparaison avec d'autres technologies présentant des risques en marche normale (énergie conventionnelle, industrie chimique, etc...).

C'est cependant dans une perspective décisionnelle que la méthodologie présentée s'avère la plus conforme aux recommandations de la CIPR : les résultats présentés démontrant que dans le domaine de la gestion des effluents des installations nucléaires, cette méthodologie est tout à fait pratiquable.

Il convient néanmoins de manier ce type d'analyse avec précautions. En particulier la seule dimension du risque prise en compte est ici le risque collectif, il est donc nécessaire de s'assurer par ailleurs que les limites de doses individuelles sont bien respectées. De ce point de vue des méthodes décisionnelles multidimensionnelles pourraient apporter un éclairage plus synthètique sur le problème de la gestion du risque radiologique.

D'autre part les données sur lesquelles reposent ces études sont caractérisées par une grande variabilité qu'il s'agit d'évaluer par le recours à une analyse de sensibilité approfondie, d'où la nécessité d'élaborer des outils adéquats(4).

REFERENCES

1. ICRP Publication 26 : Recommandations of the International Commission on Radiological Protection. Pergamon Press 1977.

2. Lochard J., Maccia C., Pagès P. : Méthodologie pour la mise en oeuvre des recommandations de la CIPR : le cas de l'optimisation des systèmes de traitement des effluents des installations du cycle du combustible. Rapport CEPN n° 29 - (A paraître).

3. ICRP Publication 22 : Implications of Commission recommandations that doses be kept as low as readily achievable. Pergamon Press 73.

4. Lochard J., Maccia C., Pagès P. : Optimisation de la radioprotection et variabilité des données : présentation d'un modèle général et application au cas des rejets d'un réacteur PWR. Séminaire Scientifique Européen sur "Les méthodes d'optimisation de la protection dans le domaine nucléaire". Luxembourg 3-5 Octobre 1979 - (A paraître).