

EVALUATION QUANTITATIVE ET COMPARATIVE DES RISQUES LIES AUX CENTRALES NUCLEAIRES

S. Vignes*, J.C. Nénot**, M. Bertin*

* Electricité de France - Comité de Radioprotection
71, rue de Miromesnil - 75384 Paris Cedex 08 - France.

** Commissariat à l'Energie Atomique - Département de Protection
Boîte Postale n° 6 - 92260 Fontenay-aux-Roses - France.

Malgré l'ampleur des études sur l'évaluation du risque nucléaire et sa comparaison avec d'autres risques, le monde scientifique et non scientifique continue de s'intéresser à cette question, sans doute à cause de l'extension envisagée du programme de production d'énergie d'origine nucléaire. Il est certain que ces comparaisons ont servi plus ou moins implicitement de point de repère pour les experts chargés de proposer les normes d'exposition. Mais en pratique, les industries nucléaires exposent l'homme à des doses bien inférieures aux limites autorisées et il est utile de situer le risque calculé correspondant parmi les autres risques auxquels l'homme se trouve chaque jour exposé.

BASES DE L'EVALUATION DU RISQUE

Rappelons que les organismes nationaux et internationaux autorisés, tels que la CIPR, l'UNSCEAR et le Comité BEIR, publient périodiquement des études, destinées soit à recommander des règles de radioprotection, soit à faire le point des connaissances et à évaluer les risques. Le caractère aléatoire des affections radioinduites retenues, cancers ou anomalies génétiques, est reconnu par tous et un certain consensus s'est dégagé sur le choix de l'hypothèse de la relation linéaire entre dose et effet. La plupart des experts reconnaissent cependant que cette base de calcul est majorante aux faibles doses, la surestimation du dommage pouvant être de 2 à 4 selon certains, voire de 10 pour d'autres [1, 2].

L'estimation moyenne du risque par mSv est actuellement de 10 cas de cancers par million de personnes (sur la durée de vie). Lorsque la dose est répétitive (cas de l'industrie nucléaire) l'estimation est faite pour la dose cumulée, en ne tenant pas compte du mode de distribution de la dose dans le temps, ce qui amène en général un coefficient de sécurité supplémentaire dans l'évaluation.

Pour un travailleur en centrale nucléaire, par exemple, qui serait exposé de 18 à 65 ans à 5 mSv par an, et qui aurait ainsi cumulé en fin de vie professionnelle 235 mSv, la probabilité qu'il aurait de faire un cancer du fait de l'irradiation serait de $2,35 \times 10^{-3}$, à comparer à la probabilité spontanée, qui est actuellement supérieure à $2,2 \times 10^{-1}$.

Ceci signifie qu'une exposition professionnelle répétitive d'un travailleur à la dose estimée comme la dose moyenne, amènerait théoriquement à une augmentation de la probabilité qu'il aurait de mourir

de cancer, dont la limite supérieure serait de 1%. Il s'agit bien là, répétons le, d'un calcul majorant, par suite des hypothèses de base retenues.

CAS DES TRAVAILLEURS

Les risques auxquels les travailleurs sont exposés peuvent être de deux natures : soit des risques d'accident, se soldant par un handicap à long terme ou par la mort, soit des risques de maladies spécifiques de la profession, pouvant ou non conduire à la mort, à plus ou moins bref délai. La comparaison peut être établie selon plusieurs critères, parmi lesquels le critère du risque de mort annuel rapporté à un million de travailleurs et celui du nombre d'années ou de jours de vie perdus.

Si l'on considère les risques de mort par accident des différentes professions, on constate que la moyenne à EDF est légèrement inférieure à celle de l'ensemble des industries et que les accidents de cause purement électrique ne constituent qu'environ le quart de la totalité (tab. 1). Dans les centrales thermiques et nucléaires, la mort par accident constitue un risque encore inférieur à la moyenne de toutes les industries. Parmi celles-ci, les moins exposantes sont celles du textile et du vêtement, les plus dangereuses étant celles des travaux publics, des mines, des docks, de la pêche en haute mer.

Pour l'ensemble des accidents graves, l'âge moyen de leur survenue est aux alentours de 30 ans ; aussi, que l'accident soit mortel ou non, les années de vie perdues ou altérées sont-elles nombreuses.

Il peut en être tout autrement pour les maladies professionnelles, dont la plupart demandent de nombreuses années pour se manifester. Les risques spécifiques d'origine nucléaire appartiennent à cette catégorie. Aussi pensons nous qu'il faille comparer ces risques surtout à ceux des autres maladies professionnelles.

E. Pochin a donné des valeurs de risques de mort inhérents à diverses professions, d'après des statistiques britanniques ou américaines [3]. Le risque théorique nucléaire demeure inférieur à celui constaté dans d'autres professions (tab. 2). Le risque de la silicose des mineurs n'y est pas porté, or la prévalence de cette affection est estimée à l'heure actuelle, en France, de l'ordre de 80 000 par million de mineurs.

J. Reissland a récemment proposé de baser la comparaison sur le nombre de jours de vie perdus [4]. Le risque encouru par le travailleur du nucléaire, exposé depuis l'âge de 20 ans et durant 45 ans à la moyenne de dose de 5 mSv par an, serait ainsi 20 fois inférieur à celui du mineur.

CAS DE LA POPULATION

Quant à l'individu de la population, soumis en moyenne à 10^{-3} mSv par an du fait de l'énergie nucléaire, il recevrait en 70 ans 0,07 mSv supplémentaire, ce qui se traduirait par un risque de cancer de 7×10^{-7} qui représenterait, environ, le trois millionième du risque spontané. Pour une personne du groupe "critique", supposée exposée en continu

à une dose maximale de 0,05 mSv par an, elle aurait ainsi à la fin de sa vie un risque surajouté de mourir de cancer de $3,5 \times 10^{-5}$, soit environ le deux dixmillième du risque spontané. Approximativement, on pourrait alors prévoir environ 1 mort annuel par cancer dû au nucléaire dans la population française et environ 1 cas tous les trois ans, parmi les travailleurs, si ceux ci étaient 10 000. Indépendamment du caractère spéculatif

TABLEAU 1. Comparaison des fréquences de morts par accidents professionnels (par million de travailleurs et par an).

Moyenne toutes industries	≈ 250 *
EDF (toutes causes)	190
" (origine élect. seule)	40
Vêtement	16 (1968-72)
Papeterie et imprimerie	30 "
Textiles, cuirs et peaux	44 "
Metaux	115 "
Chimie	155 "
Agriculture	360 "
Carrières	370 "
Bâtiment et travaux publics	490 "
Mines	≈ 500 "
Transport, manutention	540 "
Aviation civile	≈ 1 000 (1974)
Docks	1 020
Chalutiers	1 636

* accidents de trajet compris

TABLEAU 2. Exemples de risques de cancers professionnels (morts par million de travailleurs et par an en France et à l'Etranger).

Professions	Risque	localis. des cancers
Chaussure	130	fosses nasales
Bois (machines)	700	fosses nasales
Amiante (filage, tissage, isolation)	≈ 3 000	poumon, plèvre
Cadmium	14 000	prostate
Nickel (raffinage)	6 600 - 15 500	sinus et poumons
Nucléaire (an 2000)	50 (théorique)	cancers et leucémies

de ces calculs, de tels résultats n'ont de sens que dans la mesure où ils sont comparés à tous les autres effets cancérigènes et mutagènes de l'environnement. Une tentative de comparaison est faite par les recherches fondamentales sur la rad-équivalence des nuisances chimi-

ques, qui doivent être complétées par les enquêtes épidémiologiques. Celles-ci auraient permis de relever, par exemple, à Londres, de 1948 à 1962, plus de 7 000 morts imputables à des accidents aigus de pollution soufrée et particulaire. Par contre, le nombre de décès qui serait dû à la pollution chimique et particulaire de fond ne peut être évalué. Par ailleurs, la pollution médicamenteuse provoque des morts en France au nombre d'environ 5 par million de personnes et par an.

TABLEAU 3. Comparaison de quelques causes de mortalité en France avec les risques théoriques.

Causes de mort	Risque de mort annuel (10^6 pers)	Risque indiv. relatif	Risque calculé par mSv
Mortalité (toutes)	10 500	1	
Maladies (toutes)	9 500	0,9	
Cancers totaux	2 300	0,22	10^{-5}
Bronch - pulm.	400	$3,8 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-6}$
Leucémies	80	$7,6 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-6}$
Tabagisme	1 300	$1,2 \cdot 10^{-1}$	
Alcoolisme	400	$3,8 \cdot 10^{-2}$	
Accidents totaux	950	$9 \cdot 10^{-2}$	
" de la route	240	$2,3 \cdot 10^{-2}$	
Noyades	60	$5,7 \cdot 10^{-3}$	
Incendies	40	$3,8 \cdot 10^{-3}$	
Acc. médicaments	5	$4,7 \cdot 10^{-4}$	
Electrocution	4	$3,8 \cdot 10^{-4}$	
Asphyxies (gaz)	≈ 1	$\approx 9 \cdot 10^{-5}$	
Foudre	0,5	$4,8 \cdot 10^{-5}$	
Chute d'avion	$\approx 0,02$	$\approx 1,9 \cdot 10^{-6}$	

La comparaison à des risques d'activités volontaires serait encore plus frappante, comme à celui du tabac (1300 par million), à celui des accidents en vacances (environ 180 par million de personnes) et en partie à celui des accidents de la route (240 par million). Le risque inhérent à la production d'électricité d'origine nucléaire en fonctionnement normal reste hypothétique et de toute façon négligeable par rapport à tous les autres risques auxquels l'homme se trouve exposé dans le vie courante.

REFERENCES

1. Rapport UNSCEAR. United Nations 1977. Annexe G § 36, 366.
2. Rapport BEIR III, 1979. Dissenting report of the somatic subcommittee.
3. E. E. Pochin. The acceptance of risk. British Medical Bulletin, 31, 1975, 184-190.
4. J. Reissland et V. Harries. A scale of measuring risks, New Scientist, 13 sept. 1979, 809-811.