



Radioactivité: des normes à géométrie variable

Comment détermine-t-on les doses de rayonnements acceptables pour la santé humaine? Un enjeu scientifique, mais surtout politico-économique.

La télévision japonaise a diffusé en avril une conférence de presse étonnante : le professeur Toshisô Kosako, en larmes, y expliquait en direct pourquoi il démissionnait du poste de conseiller scientifique spécial du Premier ministre chargé de la protection des populations contre la radioactivité. Un poste auquel il avait été nommé dès les débuts de la catastrophe de Fukushima. Son gouvernement venait de prendre la décision de ne pas évacuer les habitants

Ci-dessus : pour la première fois depuis la catastrophe du 11 mars, des enfants d'Iwaki (préfecture de Fukushima) ont l'autorisation de jouer dans la cour de leur crèche, le 10 juin dernier.

si la dose de radiations reçue par la population en un an demeurerait inférieure à 20 millisieverts (mSv, lire le *Lexique*). « Je ne peux pas accepter que l'on applique ces normes aux nourrissons et aux enfants, non seulement d'un point de vue scientifique, mais aussi d'un point de vue humain », avait insisté ce professeur de l'université de Tokyo. Cette déclaration, à la fois émouvante et fracassante, a mis mal à l'aise les autorités et experts japonais, mais

aussi les scientifiques du monde entier. Car en agissant de la sorte, Toshisô Kosako a mis le doigt sur l'un des sujets les plus controversés du nucléaire : à partir de quelle dose les radiations sont-elles néfastes à la santé humaine? La question des limites de dose édictées par les gouvernements est d'une terrible acuité en cas de catastrophe, mais aussi hors temps de crise. Sur quoi sont-elles fondées? Ces normes sont-elles scientifiques

ou politiques? Elles concernent bien sûr les riverains des centrales et les travailleurs du nucléaire, mais aussi tous ceux qui sont soumis à des examens médicaux (radiologies, scanners...). Autrement dit, chacun d'entre nous. En France, les normes actuelles de protection de la population sont issues de la directive européenne Euratom 1996/29, transposée en droit français dans le code de la santé publique et le code du travail depuis 2002. La lecture des rapports d'experts internationaux qui ont servi de base à l'élaboration de ces textes laisse a priori penser que ces normes sont essentiellement basées sur des données scientifiques indiscutables. Or, après enquête, on constate que la science n'est qu'un ingrédient parmi d'autres intervenant dans la prise de décision. S'y ajoutent des considérations économiques, financières, sociales et psychologiques... Au final, les limites de doses dites tolérables, « acceptables » ou « admissibles » sont le résultat de compromis politico-économiques, négociés au niveau international dans des institutions étroitement contrôlées par l'industrie nucléaire.

À l'origine du processus se trouve l'UNSCEAR (1), le Comité scientifique des Nations unies sur les effets des radiations nucléaires. Ce comité a été créé en 1955 en réaction à une mobilisation internationale pour l'interdiction immédiate des essais nucléaires atmosphériques. Il fonctionne comme un filtre : les experts mandatés par les 21 Etats membres épluchent les publications scientifiques du monde entier concernant les niveaux et les effets des rayonnements ionisants et rédigent des rapports de synthèse. La France y est actuellement représentée par deux chercheurs nommés par l'Etat : la radiobiologiste du Commissariat à l'énergie atomique (CEA) Laurence Lebaron-Jacobs et le géophysicien de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) Alain Rannou. Le 23 mai, comme ils le font chaque année, ces 120 experts se sont réunis à l'Office de l'ONU à Vienne. La délégation japonaise y a fait une présentation très attendue sur les conséquences de la catastrophe de Fukushima... mais à huis clos, comme c'est l'usage dans les institutions internationales du nucléaire. Une opacité qui déplaît fortement

Il s'agit d'un compromis négocié au niveau international

à certains scientifiques, comme les physiciens Roger et Bella Belbeoch, auteurs de *Tchernobyl, une catastrophe* (éditions Allia, 1993). Pour eux, l'UNSCEAR est un organe éminemment politique : « Il ne prend pas en compte les publications des scientifiques qui dérangent, comme celles du courageux Biélorusse Youri Bandasjevsky (2), dénoncent-ils. Les experts officiels n'ont jamais admis ses travaux sur la contamination des habitants de Biélorussie, en particulier celle des enfants, qui ont ingéré du lait et des baies sauvages cueillies dans les forêts contaminées. » Une critique récurrente, qu'Alain Rannou rejette, affirmant que « seules les études publiées par des revues scientifiques à comité de lecture sont prises en compte ». Autrement dit, toutes les autres sont sujettes à caution.

Aussi surprenant que cela puisse paraître, la principale source de connaissance officielle reste, aujourd'hui encore, l'étude épidémiologique lancée il y a... soixante-six ans sur les survivants des bombardements atomiques de Hiroshima et de Nagasaki de 1945 (3). Elle porte sur 100 000 personnes présentes le jour de l'explosion dans un rayon de 10 kilomètres autour de l'épicentre. Les conséquences de la catastrophe de Tchernobyl sur la santé des habitants de la zone contaminée et celle des « liquidateurs », ces 800 000 travailleurs envoyés effectuer des travaux dans l'atmosphère radioactive de la centrale, n'ont été, elles, que très partiellement intégrées dans les données, vingt-cinq ans après l'accident. Ainsi, le « pavé » de 400 pages intitulé *Tchernobyl, conséquences de la catastrophe sur la population et l'environnement*, publié en 2009 par l'Académie des sciences américaines sous la plume de trois scientifiques russes, Alexey Yablokof, Vassili Nesterenko et Alexey Nesterenko (4), n'a pas été jugé digne d'intérêt par l'UNSCEAR. « Nous avons ●●●

Des règles floues en cas d'accident

Pour la population, la dose maximale de rayonnement ionisant admissible (en plus de l'exposition naturelle) est de 1 millisievert par an; pour les travailleurs du nucléaire, de 20 mSv/an. Pourquoi cette différence? « Les professionnels sont des adultes en bonne santé, bénéficiant d'un suivi médical et dosimétrique. Ils exercent, en connaissance de cause, un travail à risque pour lequel ils sont payés, justifie Alain Rannou, expert auprès de l'UNSCEAR, le Comité des Nations unies sur les effets des radiations nucléaires. Alors que la population comporte des enfants et des malades qui doivent être protégés au maximum, et n'a pas choisi d'être exposée à un risque. » Mais ces normes, valables en temps « normal », changent en cas de crise, ce que les experts appellent des « situations d'exposition d'urgence ». Les règles deviennent alors beaucoup plus floues et susceptibles d'être modifiées par les gouvernements au jour le jour. « En cas d'accident en France, explique Jean-Luc Godet, directeur des Rayonnements ionisants et de la Santé à

l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), la limite de dose pour la population passerait à 10 mSv/an; entre 10 et 50 mSv (sur deux jours), on demanderait aux gens de rester chez eux; au-delà de 50 mSv (sur une semaine), ils seraient évacués. » Mais après? « On considère qu'il n'est pas acceptable d'exposer la population à plus de 20 mSv par an après un accident, précise Jean-Luc Godet. Cela peut nécessiter la décontamination des sols, l'interdiction de consommer les légumes du jardin, l'élagage des arbres... » En ce qui concerne les opérations urgentes de secours, la dose ponctuelle admissible est comprise entre 500 et 1000 mSv. Quant aux travailleurs du nucléaire, la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) accepte tout simplement qu'ils puissent... se sacrifier. Si l'enjeu est de « sauver des vies, aucune restriction de dose n'existe », à partir du moment où « le bénéficiaire pour autrui dépasse le risque du secouriste, qui doit être un volontaire informé », peut-on lire noir sur blanc dans ses recommandations de 2007.



AFP PHOTO/NOTEPICO

●●● évalué le travail de ces auteurs, qui ne sont pas membres de l'Académie des sciences américaines, et nous avons considéré qu'il ne présente pas une qualité scientifique suffisante », estime Alain Rannou. Résultat : selon l'UNSCEAR, les scientifiques restent dans le doute. « Nous nous posons encore des questions importantes sur les effets des faibles doses de radiations reçues par les populations, plaide Laurence Lebaron-Jacobs. Nos seules certitudes

La salle de repos des travailleurs de la centrale de Fukushima, le 10 juin dernier.

concernent les cancers de la thyroïde chez les enfants. » Pour cet organisme officiel, il n'existerait qu'une seule évidence scientifique d'un réel danger pour la santé : il s'agit des doses supérieures à 100 mSv/an, susceptibles d'induire des cancers dans la population adulte. Pour les enfants, la limite serait de 50 mSv/an, voire de 10 à 20 mSv/an pour les cancers de la thyroïde. D'où la grande inquiétude de l'expert japonais pour les enfants de Fukushima... En deçà

de ces doses, rien ne serait prouvé, selon l'UNSCEAR. Or, la controverse sur l'effet des faibles doses fait rage depuis des années.

Certains scientifiques, comme David Brenner (université Columbia, New York) et Rainer Sachs (université de Californie, Berkeley) estiment en effet, à partir d'études *in vivo* sur la cellule, que le moindre rayon, aussi faible soit-il, endommage l'ADN. Il provoquerait des réparations fautive de cet ADN conduisant, à terme, à des tumeurs cancéreuses. C'est ce qu'on appelle « la relation linéaire sans seuil » entre la dose et l'effet, postulat fondateur de la radioprotection. D'autres, comme l'académicien français Maurice Tubiana, pensent, à l'inverse, qu'il doit y avoir un seuil en dessous duquel les rayonnements n'ont aucun effet. Pour preuve, selon eux : des populations entières – à Ramsar, dans le nord de l'Iran, ou dans le Kerala, en Inde, par exemple – sont exposées à des radiations naturelles très élevées (atteignant par endroits plus de 100 mSv/an) sans qu'aucun excès de cancer ne soit constaté dans ces régions. En 2005, l'Académie des sciences française a d'ailleurs lancé sur ce point un pavé dans la mare. Dans un rapport provocateur (5), Maurice Tubiana – connu pour ses prises de position très favorables au nucléaire – affirme que les faibles doses de radiations induisent bien des lésions... mais sur un nombre limité de cellules, ce qui rendrait possible, selon lui, l'élimination de ces dernières, limitant le risque de can-

cer. Maurice Tubiana en déduit qu'il existe bien un seuil en dessous duquel les rayons n'ont aucun effet. Une argumentation aussitôt contestée par les Américains David Brenner et Rainer Sachs (6). La polémique est loin d'être close. Comme on le voit, les limites de doses en vigueur dans la plupart des pays ne reposent pas sur d'absolues certitudes scientifiques. En fait, elles se fondent sur les recommandations émises par un organisme international, la Commission internationale de protection radiologique (CIPR). Celle-ci a été créée en 1928 par des radiologues inquiets de la fréquence des cancers de la peau chez les techniciens qui manipulaient alors les premiers rayons X. Ses publications, bien que n'ayant pas force de loi, font désormais autorité, aussi bien dans le monde médical que dans l'industrie nucléaire... à l'exception notable des Etats-Unis, qui appliquent leurs propres normes. La France y est représentée par l'économiste Jacques Lochard, directeur du Centre d'étude sur l'évaluation de la protection dans le domaine nucléaire (CEPN). Ce centre, directement lié à l'industrie nucléaire, a été fondé en 1976 par EDF, l'IRSN, le CEA et Areva. « La CIPR comble les lacunes des connaissances

LEXIQUE

SIEVERT (SV) : le sievert, ainsi nommé en hommage au Suédois Rolf Sievert et à ses recherches sur les effets biologiques des radiations, mesure l'impact des rayonnements ionisants sur la matière vivante. Contrairement au becquerel (Bq), qui indique l'activité d'une source radioactive et que l'on peut mesurer au moyen d'un compteur, le Sv est une grandeur subjective, non mesurable, qui pondère les différents types de radiations (alpha, bêta ou gamma) en fonction de leur nocivité respective.

scientifiques », affirme Alain Rannou. Reste que ses prises de position peuvent être pour le moins paradoxales. Ainsi, si la commission admet depuis cinquante ans « l'effet linéaire sans seuil », elle émet dans le même temps des recommandations chiffrées, comportant une échelle de doses considérées comme « acceptables ». Pour le physicien Roger Belbeoch, « les concepts élaborés par la CIPR sont, certes, faits pour protéger les gens, mais sans pour autant gêner l'industrie nucléaire ». C'est ce double impératif qui a conduit la CIPR à réviser ses recommandations en 1996 : la dose admissible

pour la population a été abaissée de 5 à 1 mSv/an et celle des travailleurs du nucléaire de 50 à 20 mSv/an, cette révision ayant été essentiellement rendue possible par les progrès réalisés dans l'industrie, jugée capable d'atteindre un meilleur niveau de protection sans compromettre sa rentabilité... Ses dernières recommandations, datées de 2007, n'ont pas changé la donne, à quelques exceptions près. Ainsi, en radiologie médicale, des normes beaucoup plus strictes sont recommandées pour protéger les yeux des médecins. « La limite de dose pour le cristallin de l'œil sera prochainement divisée par dix, passant de 150 à 15 mSv », précise ainsi Jean-Luc Godet, directeur des Rayonnements ionisants et de la Santé à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Suivant les nouvelles préconisations de la CIPR, les autorités françaises recommandent également, en matière de radiations naturelles, des mesures de protection contre les effets cancérogènes du radon : les diagnostics vont devenir obligatoires pour les maisons situées dans les régions les plus exposées. La directive européenne en cours d'élaboration sur la base de ces recommandations ne devrait pas être votée avant 2012. **Hélène Constancy**

(1) www.unscear.org/ (2) Y. I. Bandajevsky, N. F. Dubovaya, G. S. Bandajevskaya, O.N. Kadun, préface de Michèle Rivasi, *Tchernobyl, vingt-cinq ans après : situation démographique et problèmes de santé dans les territoires contaminés*, éditions Yves Michel, 2011 (3) D.L. Preston, E. Ron, S. Tokuoka, S. Funamoto, N. Nishi, M. Soda, K. Mabuchi, K. Kodama, « Solid cancer incidence in atomic bomb survivors: 1958-1998 », *Radiation Research*, volume 168, 2007 (4) A. Tablov, V.B. Nesterenko, A.V. Nesterenko, « Chernobyl, consequences of the catastrophe for people and the environment », *Annals of the New York Academy of Sciences*, volume 1181, 2009 (5) Maurice Tubiana et André Aurengo, « La relation dose-effet et l'estimation des effets cancérogènes des faibles doses de rayonnements ionisants », Académie des sciences, 2005 (6) David Brenner et Rainer Sachs, « Point de vue d'experts de l'université Columbia, New York et de l'université de Californie, Berkeley », *Bulletin épidémiologique hebdomadaire* n° 15-15/2006

L'ACTUALITÉ DU NUCLÉAIRE

► Un long chantier

Fin juillet, une étude épidémiologique exceptionnelle sur les plus de 2 millions d'habitants de la préfecture de Fukushima a été annoncée. Prévue pour durer trente ans, elle fait partie d'un programme de santé publique doté de 1,2 milliard de dollars et analysera les effets des faibles doses (lire aussi p. 80-83). Dans la centrale, fin juillet, des niveaux très élevés de radioactivité, de plusieurs sieverts par heure (jusqu'à 10), ont été détectés dans et à proximité du réacteur 1, interrompant les interventions humaines, sans que l'origine exacte en ait été trouvée. C'est donc peu de dire que la situation n'est toujours pas sous contrôle. Certes, l'Agence internationale de l'énergie atomique



Installation de murs de retenue d'eau contaminée à Fukushima.

TEPCO/NEWSOM/SPA

a salué les progrès réalisés par l'opérateur Tepco pour respecter sa feuille de route mais l'« arrêt à froid » des réacteurs n'est pas attendu avant janvier 2012, « au plus tôt » ! Le Premier ministre japonais a pour sa part rappelé que la gestion de la crise prendrait au moins dix ans. Le renforcement de la piscine d'entreposage du combustible du réacteur 4 est en cours. Un nouveau système de refroidissement a été installé fin juillet sur cette piscine afin de diminuer la température de 80 °C à un peu plus de 30. La chaîne de traitement de l'eau mise en place (lire S. et A. n° 773, p. 80) connaît des arrêts réguliers. Un nouveau système devait être rajouté par Toshiba en ce mois d'août.

► Viande contaminée

Plusieurs lots de viande de bœuf contaminée ont été trouvés sur les étals du Japon, dépassant de trois à six fois les normes de radioactivité autorisées. Selon la chaîne japonaise NHK, sont concernées plus de 500 bêtes ayant mangé de la paille de riz contaminée par les rejets de césium de la centrale. Un élément que stockent les muscles des animaux. Les fourrages incriminés provenaient de zones éloignées de plus de 50 kilomètres de la centrale. La vente de viande provenant de plusieurs régions a été interdite.



Le fourrage a contaminé des bœufs japonais.

NEWSOM/SPA

► Nouveaux retards pour l'EPR

En France, EDF a repoussé la date de mise en service de l'EPR de Flamanville de deux ans, à 2016. De même qu'en Finlande (avec aussi du retard) et en Chine, ce réacteur de nouvelle génération est construit par Areva. Greenpeace a par ailleurs rendu publique une analyse selon laquelle il ne se comporterait pas mieux que les réacteurs japonais en cas d'absence prolongée d'alimentation électrique. Les audits des centrales françaises diront en novembre si l'Autorité de sûreté est du même avis. Quant au ministre de l'Industrie, Eric Besson, il a mis sur pied une commission chargée d'étudier des scénarios énergétiques pour 2050, notamment avec sortie du nucléaire. **D. L.**