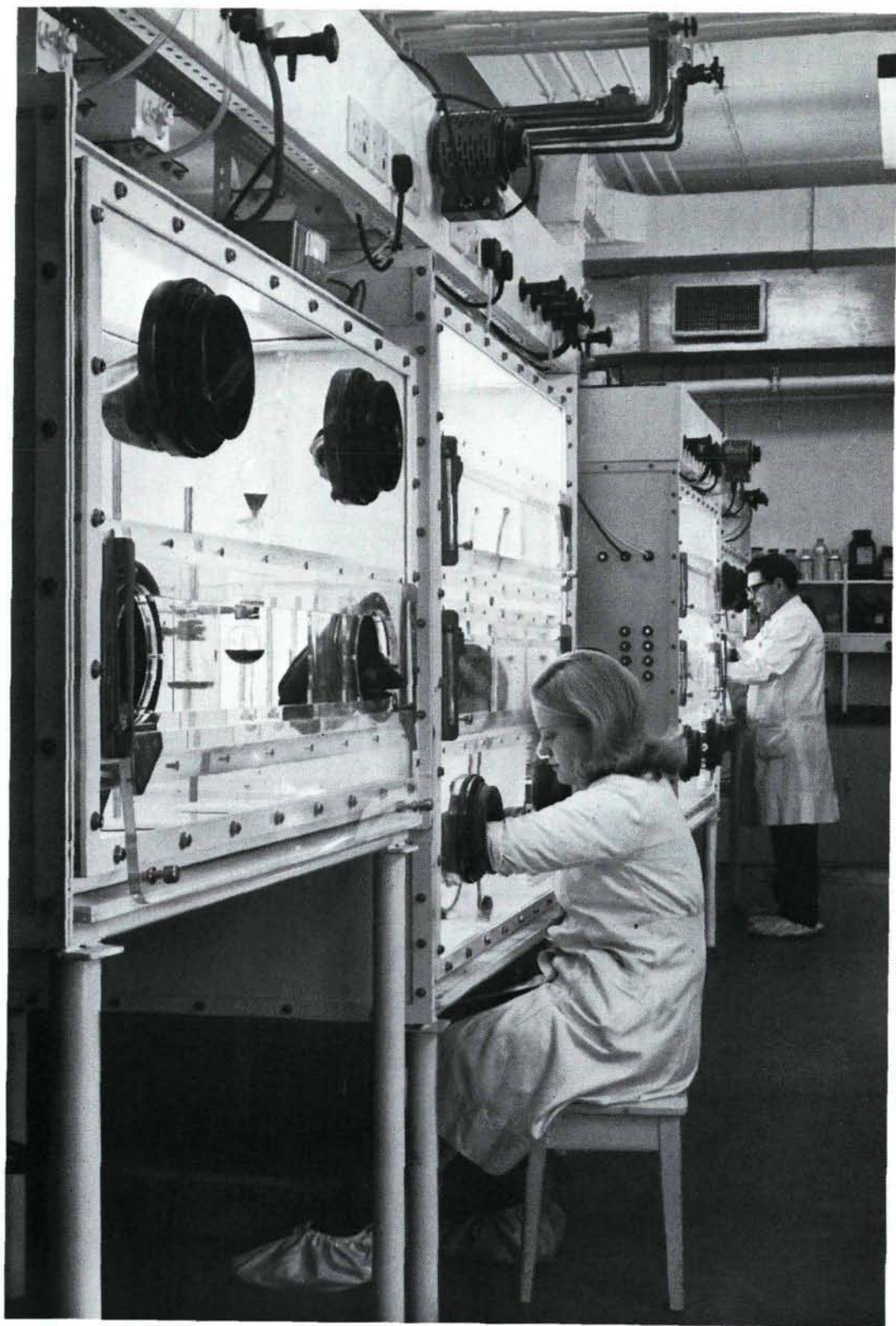


# normes de sécurité: principes et expérience

Les auteurs de cet article,  
MM. H.J. Dunster (United Kingdom National Radiological Protection Board, Harwell)  
et A. Preston, (UK Ministry of Agriculture,  
Fisheries and Food, Fisheries Radiobiological Laboratory, Lowestoft, Suffolk)  
examinent les critères de sécurité appliqués au Royaume-Uni  
pour le rejet de matières radioactives dans le milieu et analysent l'expérience acquise au  
cours des 25 dernières années.

La mise en valeur de l'énergie d'origine nucléaire et de ses sous-produits a abouti inévitablement au rejet de certaines matières radioactives dans notre environnement. Les dangers de la radioactivité étant évidents depuis longtemps, les quantités rejetées et les méthodes d'évacuation ont fait l'objet d'un contrôle rigoureux de la part des autorités nationales. Néanmoins, l'accord est loin d'être parfait en ce qui concerne la façon d'appliquer les normes fondamentales de radioprotection à cette fin. Même si les méthodes utilisées au Royaume-Uni ne représentent qu'une des nombreuses solutions possibles, il n'est pas sans intérêt de les présenter succinctement, car l'expérience a prouvé leur simplicité et leur facilité d'application, et elles ont permis d'assurer un contrôle très satisfaisant dans le cadre d'un programme nucléaire assez important.

Le Royaume-Uni possède une expérience d'un quart de siècle dans l'utilisation de l'énergie nucléaire, qu'il exploite depuis plus de la moitié de ce temps pour produire de l'électricité. Pendant cette période, des efforts considérables ont été consacrés à la gestion des déchets radioactifs et l'expérience de la première décennie a servi de base aux directives du Gouvernement et à la législation pertinente. Celles-ci, publiées en 1959 [1], s'inspirent de deux principes fondamentaux. Le premier est de garantir, sans considération du coût, que la radioexposition individuelle du public reste dans les limites recommandées par la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) [2] et que la dose génétique due aux déchets évacués reste inférieure à la limite de 1 rem par personne, en 30 ans. Le deuxième principe est de faire tout ce qui est possible, compte tenu du coût dans ce cas, pour que les doses restent nettement inférieures à ces niveaux.



## Doses limites

Les doses limites pour les membres du public, recommandées par la CIPR, sont dérivées des recommandations de cette commission concernant les doses maximales admissibles pour les travailleurs. Ces dernières ont été obtenues en partie grâce à l'analyse des recommandations antérieures et en partie par comparaison directe avec le volume maintenant considérable de données relatives aux effets sur l'homme des hautes doses de rayonnements reçues en un bref laps de temps. L'extrapolation des données concernant les hautes doses en vue d'obtenir les niveaux à recommander pour la radioexposition des membres du public demande beaucoup de discernement; actuellement il est de règle d'émettre l'hypothèse prudente que la nuisance est directement proportionnelle à la dose sur toute la gamme de doses extrapolées et qu'elle est indépendante des variations du débit de dose ou de l'étalement de la dose sur plusieurs décennies. De solides arguments biologiques portent en outre à croire que ces hypothèses surestiment nettement les risques aux faibles doses résultant du rejet contrôlé des déchets radioactifs. De ces hypothèses, la Commission elle-même affirme [3] qu'elles peuvent souvent suffire à évaluer ce que l'on considère comme une limite supérieure de la nuisance à laquelle on peut se reporter pour estimer l'avantage d'une méthode donnée ou le danger d'une méthode de remplacement, évitant la radioexposition.

La Commission précise cependant que «dans le choix de diverses options, les évaluations de la nuisance radiologique ne devraient être utilisées qu'avec beaucoup de réflexion, et sans perdre de vue la possibilité que la nuisance réelle aux faibles doses pourrait être nettement inférieure à celle qui résulte des hypothèses délibérément sous-estimatives».

Ces vues ont rallié pratiquement tous les suffrages dans le monde. Certains chercheurs estiment cependant que l'on pourrait interpréter les faits de façon beaucoup plus pessimiste encore et que les doses limites devraient par conséquent être abaissées. Si l'étude approfondie de ces suggestions n'a pas démontré leur bien-fondé, il serait erroné de n'en point tenir compte. Ces considérations soulignent l'importance d'une nouvelle recommandation de la CIPR selon laquelle toutes les radioexpositions doivent être aussi faibles que possible, compte tenu des aspects sociaux et économiques. Cette recommandation a un effet analogue à celui du deuxième principe appliqué à la surveillance des déchets radioactifs en Grande-Bretagne, principe selon lequel il faut faire tout ce qui est raisonnablement possible pour abaisser les doses bien au-dessous des doses limites.

## Gestion des déchets

La mise en œuvre des principes de gestion des déchets en Grande-Bretagne fait appel à deux méthodes distinctes. La première, d'ordre scientifique, vise à prévoir les doses de rayonnements qui résulteraient de tout rejet envisagé de déchets dans le milieu. La seconde méthode consiste à délibérer pour décider dans quelle mesure il est «raisonnablement possible» de réduire les rejets. Lorsqu'on a appliqué l'une et l'autre de ces méthodes, on peut préciser les limites réglementaires pour le rejet en question.

Depuis plus de 20 ans, les études scientifiques sont basées sur la méthode bien connue de la chaîne critique et l'expérience acquise permet d'évaluer même des rejets importants à l'aide de méthodes simples. Pour la plupart des milieux, on peut postuler un modèle simple représentant les mécanismes de dispersion, et l'on possède suffisamment de renseignements pour y adjoindre les effets des processus de reconcentration. Les résultats, qui suffisent largement pour les études préliminaires, peuvent, le cas échéant, être précisés par des investigations plus poussées avant et pendant les rejets initiaux. Dans les cas les plus courants, où les déchets

Techniciens préparant des molécules marquées à Amersham (Angleterre) : leur radioexposition est rigoureusement limitée. Photo : UKAEA



Canalisation en construction pour l'évacuation des effluents de l'établissement de l'UKAEA à Winfrith Heath (Angleterre). Photo : UKAEA

évacués ne sont que faiblement radioactifs, ces méthodes montrent que les doses de radioexposition de l'homme seront parfaitement insignifiantes. La deuxième méthode a toutefois été appliquée même à ces cas et des rejets ont été interdits parce qu'ils auraient pu être évités ou réduits sans trop de difficultés. En déterminant ce qui est raisonnablement possible dans les circonstances données, les inspecteurs du gouvernement tiennent compte des possibilités économiques et techniques de réduire les quantités à rejeter, ainsi que du niveau prévu de la dose et de l'importance des réductions possibles par rapport aux doses limites recommandées par la CIPR.

On a parfois suggéré de transformer ces concepts qualitatifs en normes chiffrées. C'est oublier que leur intérêt tient précisément au fait qu'ils permettent d'adapter les contrôles prévus à un très large éventail de situations. Des expressions comme «raisonnablement possible» ou «les moyens les plus pratiques» sont fréquemment utilisées dans les textes réglementaires relatifs à la sécurité, et toute tentative de chiffrer ces notions ne peut présenter que des inconvénients.

Le stade final est la délivrance d'une autorisation réglementaire, sans laquelle tout rejet de déchets radioactifs est illégal. Les services gouvernementaux qui délivrent ces autorisations en Angleterre sont le Department of the Environment et le Ministry of Agriculture, Fisheries and Food.

Les rapports qui existent entre les recommandations fondamentales de la CIPR et les limites de rejet réglementaires sont complexes et une certaine confusion s'est souvent introduite dans la terminologie, notamment dans l'utilisation de l'expression «norme d'irradiation». Dans notre contexte, une norme d'irradiation serait la combinaison des doses limites chiffrées recommandées par la CIPR et des modalités qualitatives, également recommandées par la CIPR, visant à garantir que les doses réelles reçues se situent bien au-dessous de ces limites chiffrées. Les limites de rejet réglementaires obtenues par les méthodes ci-dessus ne seraient donc pas des normes d'irradiation. Dans d'autres contextes, les mêmes méthodes générales ont été utilisées pour parvenir à des niveaux de doses aussi faibles que possible pour un type



Essai de pêche à la mouche dans le lac près de la centrale nucléaire de Trawsfynydd (Pays de Galles).  
Photo : Central Electricity Generating Board

donné d'opérations, et ces niveaux de doses ont alors été considérés comme des normes d'irradiation. Les deux acceptions du terme «norme» peuvent souvent ressortir du contexte, la possibilité de confusion reste évidente.

#### Situation actuelle

La principale source de nuisance radiologique à laquelle est exposé le public du fait du rejet des déchets au Royaume-Uni est naturellement liée aux principaux utilisateurs; les déchets liquides sont dans ce cas la nuisance la plus importante. Les déchets gazeux et solides ne jouent en comparaison qu'un rôle négligeable. La plupart des sites nucléaires en Grande-Bretagne sont sur les côtes, et leurs déchets liquides sont évacués dans les eaux côtières ou dans les estuaires. Une seule centrale nucléaire rejette ses effluents en eau douce. Les centrales de recherche de Harwell et d'Aldermaston, et l'usine de production d'isotopes d'Amersham rejettent une certaine quantité de déchets radioactifs dans la Tamise.

Les doses de rayonnements aux membres du public provenant de ces rejets ont été resumées pour 1970 par Mitchell [4]. Pour les centrales nucléaires situées sur les côtes et les estuaires, les doses de rayonnements sont généralement inférieures à 0,1% des doses limites individuelles recommandées par la CIPR. Pour la centrale nucléaire rejetant ses déchets en eau douce, le chiffre est d'environ 3%. C'est uniquement dans le cas de l'usine de retraitement du combustible irradié de Windscale que la proportion atteint 10%. Tous ces chiffres se rapportent aux groupes les plus exposés, ou groupes critiques, qui sont généralement très faibles numériquement. La contribution totale à la dose à la population provenant du rejet de déchets au Royaume-Uni est extrêmement faible et représente au maximum quelques centaines de rems-homme par an, alors que la dose de rayonnement naturel totale est de 5 millions de rems-homme, par an. Il est en fait remarquable que la contribution principale à la dose à la population vient de la radioexposition professionnelle, qui est de l'ordre de quelques milliers de rems-homme par an, pour la totalité du programme nucléaire du Royaume-Uni.

La situation actuelle est très satisfaisante, mais il importe de déterminer dans quelle mesure elle le restera lorsque la production d'énergie d'origine nucléaire en Grande-Bretagne sera multipliée par 10, ou peut-être même par 30, au cours des quelques prochaines décennies [5]. La limitation des doses provenant des déchets des centrales nucléaires ne devrait pas poser de problèmes; les groupes critiques sont de petite taille, et même l'interaction entre centrales adjacentes n'aura qu'un effet marginal sur leurs doses. L'utilisation de sites à l'intérieur du pays pour des centrales nucléaires pourrait dans une certaine mesure accroître les doses individuelles, ainsi que la taille des groupes exposés. La dose génétique totale restera cependant nettement inférieure à la valeur spécifiée par les règlements officiels. On prévoit que les usines du cycle du combustible, c'est-à-dire la fabrication du combustible et son retraitement après irradiation, seront à même d'absorber la demande croissante de services au cours de quelques prochaines années. L'expérience acquise montre que l'efficacité du traitement et de la gestion des déchets dans ces usines s'est améliorée progressivement au cours des années, ce qui a évité l'augmentation proportionnelle du niveau des rejets de radioactivité dans le milieu. Pour tous les nucléides, à part le tritium et le krypton 85, on pense que cet état de choses se maintiendra au cours des prochaines décennies. Les quantités de tritium et de krypton 85, qui ne peuvent ni l'un ni l'autre être extraits facilement des déchets, augmente grosso modo proportionnellement au programme nucléaire. La plus grande partie du tritium se trouve dans les effluents liquides et elle est donc évacuée dans la mer. C'est là de loin la meilleure façon d'évacuer ce radionucléide, du fait de l'énorme dilution isotopique et du faible transfert de l'eau d'une région localisée de la mer à l'homme. Au cours des deux prochaines décennies, les rejets de tritium dans la mer par les usines de retraitement du combustible au Royaume-Uni, s'élèveront annuellement à environ 1 mégacurie, ce qui n'est guère plus que 1/10 000 de la quantité de tritium que le milieu local peut recevoir sans qu'il en résulte des doses à l'homme inacceptables. De même, ces quantités de tritium ne peuvent évidemment pas entraîner de modifications écologiques.

Le krypton 85 accompagne les effluents des premiers stades du traitement chimique des combustibles irradiés. Ce radionucléide entraîne une certaine irradiation bêta cutanée des personnes séjournant au voisinage de l'usine, et une irradiation gamma beaucoup plus faible de tout l'organisme et des gonades. Une étude d'ensemble des problèmes posés par le krypton [6] montre qu'à la fin de ce siècle il n'y aura encore pas lieu de s'inquiéter des doses de rayonnements dues à cet isotope, que ce soit au voisinage des usines de traitement ou pour l'ensemble de la population du Royaume-Uni, ni même compte tenu de la production de krypton par l'ensemble des programmes nucléoélectriques mondiaux. L'étude conclut néanmoins qu'il serait prudent de prévoir l'adjonction d'un matériel d'extraction du krypton dans toute centrale nucléaire construite après 1990.

### Les principaux produits de fission dans les déchets

Bien que les principaux produits de fission dans les déchets radioactifs des centrales nucléaires ne soient pas rejetés dans le milieu, on en a beaucoup parlé. Au Royaume-Uni, on les stocke actuellement dans des conteneurs en acier inoxydable de grande résistance, que l'on dépose dans des souterrains en béton. L'activité totale ainsi stockée en 1971 était d'environ 250 mégacuries pour un volume d'environ 500 mètres cubes [5]. Le système actuel, qui s'est révélé à la fois pratique et sûr, est utilisé depuis environ 15 ans. Des conteneurs de réserve sont prévus pour remplacer ceux qui se détérioreraient, ce qui ne se s'est d'ailleurs encore jamais produit. Il existe d'ailleurs un programme de remplacement des conteneurs comportant des opérations d'entretien par un service du génie chimique, qui devra rester en vigueur pendant

plusieurs siècles. Aussi pense-t-on qu'il faudra probablement non plus stocker les déchets sous forme liquide, mais les solidifier, ce qui n'exigera plus une surveillance permanente et évitera d'avoir à renouveler le matériel de stockage. Si l'on tient compte des considérations de sécurité concernant la solidification et de la nécessité de prévoir de toute manière une période initiale de stockage sous forme liquide, l'adoption du stockage sous forme solide ne présente pas d'avantages décisifs au point de vue de la sécurité. Quoi qu'il en soit, il serait peut-être plus facile de prouver au public l'efficacité des précautions prises si les produits de fission étaient stockés sous forme solide.

### Adaptabilité

Les mesures appliquées au Royaume-Uni pour surveiller les rejets de matières radioactives dans le milieu se sont révélées simples à mettre en œuvre et extrêmement efficaces. Elles sont suffisamment souples pour s'adapter au développement futur de l'énergie nucléaire, au moins au cours des quelques prochaines décennies. Elles resteront efficaces pendant cette période dans la mesure où le public comprendra bien de quoi il s'agit et si les spécialistes chargés de la surveillance continuent de faire preuve de la plus haute compétence. Cela étant acquis, les mesures actuelles peuvent servir de modèle pour la gestion des autres déchets toxiques rejetés dans notre environnement.

### BIBLIOGRAPHIE

---

- [1] The Disposal of Radioactive Wastes, Cmnd. 884, HM Stationery Office, Londres (1959).
- [2] Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (adopted 17 September 1965), ICRP Publication 9, Pergamon Press, Oxford (1966).
- [3] The 1971 Meeting of ICRP (Use of Risk Estimates), Health Physics, 21, 615 (1971).
- [4] MITCHELL, N.T., Radioactivity in Surface and Coastal Waters of the British Isles 1970, MAFF Fisheries Radiobiological Laboratory, Lowestoft, Technical Report FRL 8 (1971).
- [5] PRESTON, A., BIRSE, E.A.B., MITCHELL, N.T., DUNSTER, H.J., WOODMAN, F.J., et CLELLAND, D.W., L'évacuation des déchets radioactifs dans l'environnement au Royaume-Uni et son incidence sur les méthodes prévues de gestion des déchets produits par les cycles du combustible nucléaire pendant les années 1980, A/CONF.49/P/512, Genève (1971).
- [6] DUNSTER, H.J., et WARNER, B.F., The Disposal of Noble Gas Fission Products from the Reprocessing of Nuclear Fuel, UKAEA Report AHSB(RP)R 101, HM Stationery Office, Londres (1970).