Détermination des risques: project de recherches commun IAEA/IIAAS

par Harry J. Otway

Dès l'aube de la civilisation, conscient des périls qui l'entouraient, l'homme est resté sur ses gardes. Cependant, jusqu'à une époque assez récente, la nature de ces dangers ne s'est guère modifiée; leurs effets étaient relativement limités dans l'espace et dans le temps. Aussi était-il possible de se soustraire plus ou moins à ces dangers par des mesures et des pratiques individuelles.

Ce sont les inquiétudes vis-à-vis des dangers que l'homme s'est lui-même créés qui justifient l'attention accordée à la détermination des risques. Ces dernières décennies ont vu la réalisation de systèmes techniques d'une envergure inconnue jusque là dont les effets secondaires sont également considérables et peuvent même acquérir une importance mondiale* pour des périodes prolongées. Un nouveau genre de risques, contreparties des avantages procurés par les techniques humaines, a fait son apparition; ici les mesures et pratiques individuelles sont essentiellement inopérantes.

Pour un grand nombre de ces effets secondaires, les probabilités d'apparition sont encore mal précisées, car les techniques en question n'ont pas été utilisées pendant assez longtemps pour qu'on ait pu obtenir des données statistiques sur les risques. En outre, il subsiste souvent des doutes sur les conséquences possibles (dans le cas où se manifeste un effet secondaire), car la connaissance des lois naturelles qui permettraient de les prédire, laisse encore à désirer. Häfele (1) parle d'une ère d' "hypothéticité" où des estimations théoriques

du risque doivent suppléer à l'expérience.

La réaction collective à ces risques s'est traduite par l'apparition d'attitudes qui tendent à considérer bon nombre de réalisations nouvelles comme susceptibles de nuire; les vertus foncières de la science pour la société sont aussi remises en question. Toutes sortes de revendications ont été présentées par des groupes et des individus réclamant un examen plus approfondi des bienfaits et des risques que comportent les innovations techniques et, il faut le reconnaître, ce n'est pas sans difficulté que beaucoup de ces progrès sont acceptés par le public.

Le domaine de l'énergie nucléaire fournit l'objet d'une étude de cas particulièrement intéressante** pour la détermination des risques, car la réaction du public devant ces risques impose souvent de véritables limites à la réalisation des programmes nucléo-énergétiques. En outre, les risques inhérents au domaine nucléaire créent des situations intéressantes pour la recherche, par exemple: établissement de normes en fonction du rapport coût/efficacité permettant de réduire les risques d'exploitation en consentant un investissement en instrumentation de contrôle; possibilité d'accidents importants par leurs conséquences, mais peu fréquents; probabilités d'accidents qui ne peuvent être qu'estimées et sont donc très incertaines; répartition non aléatoire des risques et des bienfaits pour différents groupes humains; craintes de risques futurs éventuels (génétiques) alors que les avantages sont recueillis maintenant.

* On peut donner comme exemples d'effets secondaires à implications générales: les modifications climatiques à l'échelle mondiale que peut entraîner la pollution atmosphérique, la répartition dans le monde du krypton 85 et la réaction des propergols pulvérisés sur l'ozonosphère.

** Pahner (références bibliographiques 2 et 3) a admis en principe que les applications de l'énergie nucléaire constituent un exemple général des inquiétudes provoquées dans le public par l'essor technique, en même temps qu'un exemple particulier du déplacement psychologique des angoisses relatives aux utilisations militaires de l'énergie nucléaire.

Le projet de recherches commun AIEA/IIAAS a vu le jour au milieu de 1974 à la suite d'un accord entre le Directeur général de l'AIEA et le Directeur de l'Institut international d'analyse appliquée des systèmes (IIAAS). Fonctionnellement le Projet commun relève du Projet pour les systèmes d'énergie de l'IIAAS et de la Division de la sûreté nucléaire et de la protection de l'environnement du Département des opérations techniques de l'AIEA.

L'un des objectifs essentiels du Projet commun est de constituer la documentation nécessaire pour prendre des décisions dans des domaines tels que:

- la conception de systèmes de commande et de sécurité
- l'élaboration de doctrines d'exploitation
- la définition de normes réglementaires rationnelles
- les décisions de principe sur le choix et la mise en place des réseaux énergétiques.

Le cadre restreint de cet exposé ne permet pas d'examiner en détail le processus d'évaluation des risques. Pour de plus amples renseignements, on se reportera aux ouvrages 4 et 5 de la liste bibliographique.

En juillet 1975, huit administrateurs et deux agents des services généraux participaient au projet. L'AIEA fournit le chef de projet et les agents des services généraux, tandis que l'IIAAS fournit trois scientifiques. Des Etats Membres de l'AIEA (République fédérale d'Allemagne, Japon, Suède, France, Royaume-Uni et Etats-Unis d'Amérique) ont marqué leur intérêt pour ces travaux en détachant des scientifiques à titre gracieux.

Il faut ajouter à cela une collaboration scientifique dans le cadre de contrats de recherche passés par l'AIEA avec l'Institut de psychologie de l'Université de Vienne, le Groupe d'étude pour les analyses internationales et le Centre européen de formation et de recherche en action sociale.

Les disciplines suivantes sont représentées dans le Projet commun: physique, hygiène, technique des systèmes, économie, anthropologie, psychiatrie/médecine, psychologie et sociologie.

PROGRAMME DE RECHERCHES ET RESULTATS PRELIMINAIRES

On peut diviser le programme de recherches du Projet commun en cinq rubriques qui sont présentées ci-après. Les résultats préliminaires seront brièvement récapitulés; pour plus de détails, les lecteurs se reporteront à la bibliographie.

Méthodes modernes d'estimation des risques

Les données statistiques fondamentales étant relativement réduites, il est difficile de procéder à des estimations de risques pour les accidents peu fréquents, mais aux conséquences importantes, tels que ceux qui pourraient se produire dans les installations nucléo-énergétiques. Les techniques mathématiques telles que la théorie des ensembles flous sont appliquées pour établir des estimations macroscopiques des risques; celles-ci pourront être ensuite comparées aux estimations fondées sur des techniques microscopiques telles que l'analyse du diagramme accident/faute (6). Ce travail complètera les méthodes déjà utilisées pour l'étude de sûreté des réacteurs américains (7).

Application des principes risques/avantages à l'établissement des normes

Un point important dans l'établissement des normes est l'expression de variables de nature différente en unités cohérentes, de façon que l'on puisse comparer la réduction des risques et son coût. Ceci est particulièrement difficile dans le cas d'activités qui mettent en danger la vie humaine. L'approche théorique de Pareto fait l'objet d'une adaptation à l'évaluation de tels risques, tandis que l'on examine s'il est possible d'utiliser les critères de Pareto pour

traiter les risques à distributions statistiques et non statistiques. On étudie également, au cours de ce travail théorique, les effets de variations ultérieures, notamment le problème des risques génétiques qui ne deviendront effectifs qu'au bout d'un certain temps tandis que les avantages sont recueillis à bref délai et que c'est la génération actuelle qui en profite.

Il existe une étude sur la façon d'évaluer (principalement en France et aux Etats-Unis) les projets publics pouvant économiser des vies humaines (8). Une autre étude a examiné les modèles théoriques permettant de déterminer la "valeur" du risque de mortalité à faire intervenir dans la prise de décision (9). Ces procédés théoriques ont été appliqués à l'économie des centrales nucléaires (10) et au calcul des risques pour l'environnement (11).

Une autre application concerne le traitement du tritium et du krypton 85 dans les installations nucléaires (12, 13). Il en ressort qu'en raison du nombre de publications consacrées aux effets de ces deux isotopes sur la santé et la sécurité, on a cherché à limiter davantage les rejets de tritium. Or, la dose mondiale de rayonnement due au tritium rejeté par l'industrie nucléaire est non seulement moindre que celle qui émane du krypton, mais aussi plus petite à la dose provenant du tritium naturel et très inférieure à celle qui émane du tritium résiduel dû aux essais d'armes nucléaires. Cela signifie qu'en prenant de nouvelles mesures pour réduire encore les rejets de tritium de l'industrie nucléaire, on ne modifierait pas sensiblement la dose totale due au tritium. Mais comme il n'y a pas de bruit de fond dû au krypton, la limitation des rejets de krypton aurait un effet immédiat. On a estimé qu'avec les moyens techniques actuels, une réduction de 50% des rejets de tritium reviendrait à 170 000 dollars par rem-homme. Le coût correspondant de la réduction des rejets de krypton serait d'environ 10 dollars par rem-homme. D'après les considérations théoriques mentionnées plus haut, il semblerait que la somme de 200 dollars constitue une dépense raisonnable pour réduire de un rem-homme l'irradiation de l'organisme entier. La conclusion qui s'impose ici est que les dépenses relatives afférentes aux mesures de protection contre ces deux isotopes méritent un examen plus approfondi de la part de l'industrie nucléaire.

Perception des risques

Le mode de perception des risques oriente de façon décisive le choix des attitudes; il est évident que la réaction du public à une menace est fondée sur la façon dont il perçoit celle-ci plutôt que sur sa nature réelle. On s'efforce donc de mettre au point des techniques de sondage pour déterminer la façon dont sont perçus les divers types de risques. On cherchera ensuite à découvrir les variables qui interviennent dans la perception du risque et à déterminer leur importance relative.

On a fait en Autriche une enquête (14), réplique d'une enquête précédente faite au Canada (15), pour classer les divers types de dangers. L'étude autrichienne avait pour but essentiel l'acquisition d'une certaine expérience dans la pratique de ce genre d'enquête et la mise au point de programmes d'ordinateur pour l'analyse des résultats. Elle tendait accessoirement à comparer la perception du risque en fonction des niveaux culturels.

On a ainsi trouvé un coefficient global de corrélation, traduisant l'effet du niveau culturel pour les deux groupes examinés qui était de $r = 0,62$. Dans le groupe canadien, l'influence de l'expérience pour la perception de certains risques particuliers intervenait très largement dans la réaction (coefficient de corrélation pour les sujets familiarisés et non familiarisés avec le danger: $r = 0,45$). Ceci ne se retrouvait pas dans le sondage autrichien ($r = 0,81$) où il apparut que le facteur le plus important dans la perception du risque était le sentiment qu'avaient les personnes interrogées de leur aptitude à s'imaginer dans une situation de danger donnée (coefficient de corrélation entre "bonne" et "mauvaise" faculté d'imagination: $r = 0,59$). Ce dernier résultat est sans doute intéressant dans le cas des risques

inhérents à une centrale nucléaire où l'imagination doit suppléer à l'expérience, et la difficulté à imaginer un danger particulier fait paraître celui-ci plus menaçant.

Une autre enquête préliminaire (16), conçue pour réduire l'influence du niveau culturel par la description imagée des situations dangereuses, a confirmé, par l'analyse des facteurs, que ce qui détermine surtout la perception du risque, c'est l'attitude, active ou passive pouvant être adoptée à son égard. En d'autres termes, les risques techniques par exemple, sur lesquels l'individu n'a aucune action, tant en ce qui concerne l'apparition que la durée d'exposition, sont normalement classés en tête. On s'attache à approfondir cette étude pour rechercher les facteurs essentiels de la perception dans un groupe contraint de subir les risques de façon passive. L'Institut de psychologie de l'Université de Vienne collabore à cette tâche.

Préférences pour l'acceptation de certains risques

Starr (17), se fondant sur l'analyse des statistiques nationales d'accidents, a admis certains facteurs déterminants du comportement face au risque. Ces travaux ont défini une base doctrinale pour l'évaluation du risque et fait ressortir l'importance de telles recherches. S'appuyant sur ces analyses, Starr a proposé trois mobiles essentiels de l'acceptation du risque en les affectant de coefficients de pondération:

1. Il apparaît que le public accepte mille fois plus facilement les risques "volontaires" que les risques "involontaires".
2. Le risque statistique du décès par maladie apparaît comme un étalon psychologique pour juger de l'acceptabilité des autres risques.
3. L'acceptabilité du risque se révèle en gros proportionnelle au cube de la valeur des avantages (réels ou imaginés)..."

La méthode utilisée a été soumise à un examen critique et on a essayé de retrouver les résultats de Starr (18). Ceux-ci n'ont pu être retrouvés par cette méthode et on en a conclu que, si les hypothèses de Starr relatives à la détermination des mobiles mentionnés (au moins sous 1 et 3 ci-dessus) sont probablement correctes du point de vue théorique, les résultats ne pouvaient se justifier sur la base de son analyse. Puis on est arrivé à la conclusion que les relations mathématiques exprimant l'importance relative des mobiles doivent être considérées comme peu probables.

De nouvelles efforts en ce sens tendront plus spécialement à combiner les méthodes statistiques et les théories du comportement en mettant en jeu un processus itératif d'analyse empirique à plusieurs variables. Cette tâche est entreprise avec la collaboration du Groupe d'étude pour les analyses internationales de Vienne.

Communication des renseignements et dynamique des groupes

La communication des renseignements scientifiques joue un rôle dans l'évolution des attitudes collectives. Les groupes servent de médiateurs entre l'individu et la société, car l'individu prend contact avec la société en tant que membre de divers groupes: famille, corps professionnel, confrérie, etc. Il importe donc d'avoir bien assimilé la dynamique des groupes pour comprendre comment les attitudes et préférences individuelles se groupent pour créer des attitudes à l'échelon de la collectivité. Dans le cas des centrales nucléaires, on a pu observer que, jusqu'à l'annonce du projet, il ne se manifeste pas de soucis impérieux des dangers nucléaires dans la majeure partie de la population locale. Lorsque les plans sont rendus publics, les gens s'habituent à penser aux menaces possibles, réelles ou imaginaires; les circonstances les obligent à se faire une opinion en la matière. Puis, le projet commence à être jugé aux divers niveaux, ceux de l'individu, du groupe, de la communauté, de la nation et peut-être même au niveau international. A mesure qu'apparaissent les réactions au projet, on peut constater que divers groupes d'intérêt commencent à se former,

étendent leurs sources d'information et, dans bien des cas, s'emploient activement à favoriser la réalisation du projet ou à s'y opposer.

En cherchant à élucider ce problème, on a commencé par analyser le phénomène du risque dans les petites collectivités traditionnelles (19), en vue de faciliter l'établissement de modèles pour ce processus. L'observation de plusieurs groupes d'intérêt dans diverses situations a permis de dériver un ensemble de caractéristiques types du groupe d'intérêt (20). Une application de l'analyse des systèmes au choix des sites de centrales nucléaires a fait l'objet d'une publication (21). Des modèles de la dynamique des groupes d'intérêt dans les sociétés modernes sont actuellement établis en collaboration avec le Centre européen de formation et de recherche en action sociale (Vienne), au moyen d'une analyse de différentes controverses sur le choix des sites de centrales nucléaires.

L'évaluation des risques est incontestablement importante, car elle fournit les renseignements nécessaires pour le choix, la conception, l'implantation et l'exploitation de systèmes techniques tels que les réseaux énergétiques; le programme de travail du Projet de recherche commun AIEA/IIAAS permettra de poursuivre l'exploration de ce domaine.

REFERENCES*

- (1)* Häfele, Wolf, "Hypotheticality and the new challenges: the pathfinder role of nuclear energy", IIAAS, rapport de recherche, RR-73-14, 1973.
- (2)* Pahner, Philip D., "Risk assessment in the nuclear age", IIAAS, document de travail WP-75-57, 1975.
- (3)* Pahner, Philip D., "The displacement on anxiety: an application to nuclear energy," IIAAS, mémoire de recherche, 1975 (sous presse).
- (4)* Otway, H.J., "Risk assessment and societal choices," IIAAS, mémoire de recherche, RM-75-2, 1975.
- (5)* Otway, H.J., "Risk estimation and evaluation", comptes rendus de la Conférence de planification de l'IIAAS sur les systèmes d'énergie. IIAAS-PC-3, 1973.
- (6)* Shinohara, Y., "Fuzzy concepts for systems analysis," IIAAS, mémoire de recherche, 1975 (sous presse).
- (7)* "U.S. reactor safety study: an assessment of accident risks in U.S. commercial nuclear power plants." Draft, USAEC, WASH-1400, 1974.
- (8)* Linnerooth, J., "The evaluation of life saving: a survey." IIAAS, rapport de recherche RR-75-21, 1975.
- (9)* Linnerooth, J., "A review of recent modeling efforts to determine the value of human life." IIAAS, mémoire de recherche, 1975 (sous presse).
- (10)* Linnerooth, J., "The economics of nuclear power plant safety." American Nuclear Society, TRANSACTIONS, vol. 21, (387-388), 1975.
- (11)* Cohen, J.J. and J. Linnerooth, "Methodologies for the evaluation of environmental risk." To be presented at the Meeting of the American Institute for Chemical Engineers, Boston, USA, 1975, (rapport demandé).
- (12)* Cohen, J.J., "Cost-effectiveness of release prevention controls for tritium and krypton-85." Presented at IAEA/NEA Symposium on the Combined Effects on the Environment of Radioactive, Chemical and Thermal Releases from the Nuclear Industry, Stockholm, 1975. Sera publié dans les comptes rendus.
- (13)* Cohen, J.J., "A systems analysis approach to nuclear waste management problems." Presented at the Conference on Waste Management '75, Tucson, USA, 1975. IIAAS, mémoire de recherche RM-75-20, 1975.
- (14)* Otway, H.J., R. Maderthaner and G. Guttman, "Avoidance response to the risk environment: a cross-cultural comparison." IIAAS, rapport de recherche RR-75-14, 1975.

- (15) Golant, S. and I. Burton, "Avoidance response to the risk environment." Natural Hazard Research document de travail n° 6, Dept. de Géographie, Université de Toronto, 1969.
- (16)* Swaton, E., R. Maderthamer, G. Guttman and H.J. Otway, "The determinants of risk perception: a survey." IIAAS, mémoire de recherche, 1975 (sous presse).
- (17) Starr, C., "Social benefits vs. technological risk." Science 165, (1232-38), 1969.
- (18)* Otway, H.J. and J.J. Cohen, "Revealed preferences: comments on the Starr benefits-risk relationships." IIAAS, mémoire de recherche, RM-75-5, 1975.
- (19)* Velimirovic, H., "An anthropological view of risk phenomena." IIAAS, mémoire de recherche, 1975 (sous presse).
- (20)* Pahner, P.D., "Some thoughts on the behavioural aspects of interest groups." IIAAS, document de travail, 1974.
- (21)* Gros, J., R. Avenhaus, J. Linnerooth, P. Pahner and H.J. Otway, "A systems analysis approach to nuclear facility siting." IAEA-SM-188-50, présenté au Colloque AIEA sur le choix des sites des installations nucléaires, Vienne, 1974. Publié sous la forme d'un mémoire de recherche de l'Institut international d'analyse appliquée des systèmes RM-74-29, 1974.
- * Les références dotées d'un astérisque indiquent des publications du Projet de recherches commun AIEA/IIAAS ou de l'Institut international d'analyse appliquée des systèmes. Les demandes doivent être envoyées à l'adresse suivante: M. H. Otway, Chef du Projet, Projet de recherches commun AIEA/IIAAS, AIEA, Boîte postale 590, A-1011 Vienne.
-

Coopération technique de l'AIEA

Cet article est le premier d'une série qui esquissera les différents types d'assistance technique demandée et reçue par les Etats Membres dans certaines régions. Ces régions sont principalement délimitées par la géographie et l'assistance technique dans chacune d'entre elles est confiée à un "administrateur de région". Le premier de ces articles traite des caractéristiques du programme d'assistance technique de l'AIEA pour:

L'Europe et le Moyen-Orient

par Arturo E. Cairo

Dans le cadre des Nations Unies, un pays en voie de développement est un pays qui peut prétendre à une assistance technique au titre du Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD). En Europe, les Etats Membres de l'AIEA qui ont droit à une telle aide sont l'Albanie, la Bulgarie, Chypre, l'Espagne, la Grèce, la Hongrie, l'Islande, la Pologne, la Roumanie, la Tchécoslovaquie, la Turquie et la Yougoslavie. Au Moyen-Orient, les pays suivants reçoivent une assistance technique de l'Agence, directement ou par son intermédiaire: Afghanistan, Arabie séoudite, Iran, Irak, Israël, Jordanie, Koweït, Liban et République Arabe Syrienne. Dans ces deux régions, d'autres pays en voie de développement qui ne sont pas membres de l'Agence n'ont pas encore demandé à bénéficier du programme d'assistance technique de l'AIEA (Bahrein, Mali, Oman, Qatar, République arabe du Yémen, République démocratique du Yémen, Union des Emirats arabes).