

Enquête sur les risques des différentes énergies: remarques méthodologiques

par M. Bertin

Ce thème a fait l'objet de nombreuses études au cours de ces dernières années et plusieurs réunions scientifiques lui ont été consacrées. C'est donc un sujet d'actualité et on peut mieux cerner maintenant ce qu'on peut attendre de telles études.

POURQUOI CES ETUDES?

Quatre facteurs ont sans doute joué un rôle pour les provoquer. Le premier est le développement de l'industrie nucléoénergétique. Celle-ci est souvent considérée comme entraînant des risques bien plus importants et même sans commune mesure avec ceux des autres industries énergétiques. Les explosions d'Hiroshima et de Nagasaki expliquent sans doute cette opinion. Or l'industrie nucléoénergétique existe déjà depuis 25 ans et il n'y a jamais eu d'accident mortel d'irradiation dans ses installations industrielles. C'est la raison pour laquelle cette industrie, pensant être accusée à tort, est à l'origine de ces travaux et ceci n'est pas sans ambiguïté.

Le deuxième est le progrès scientifique et médical qui nous permet de connaître actuellement des risques insoupçonnés il y a quelques dizaines d'années. Ce sont par exemple les rôles que peuvent jouer un nombre de plus en plus grand d'agents physiques et chimiques dans le développement des cancers, l'apparition de malformations par atteinte du fœtus au cours de la grossesse ou l'induction de mutations génétiques.

Ce sont aussi l'altération des écosystèmes, l'atteinte indirecte de l'homme par des substances toxiques qui ont cheminé par les chaînes alimentaires. D'autres exemples pourraient être donnés. Il est donc logique qu'on se préoccupe de savoir si ces divers effets ont été jusqu'à présent pris en compte lorsque le bilan des risques éventuels des différentes énergies a été fait.

Il est donc indispensable qu'on se préoccupe des effets sanitaires éventuels que peut avoir, sur ces différents plans, l'industrie nucléoénergétique. Il est alors normal aussi qu'on se demande si les mêmes facteurs ont été pris en compte à propos des énergies dites classiques. Celles-ci se sont développées en effet très rapidement et il y a relativement peu de temps. La production mondiale de charbon était de 20 millions de tonnes en 1800 et elle est de plus de 2 milliards de tonnes actuellement. L'utilisation du pétrole est encore plus récente: 800 000 tonnes en 1880 et environ 3 milliards de tonnes aujourd'hui. L'exploitation du gaz naturel est encore plus tardive.

M. Bertin est membre associé du Comité médical de Gaz de France et d'Electricité de France.

RISQUES INHERENTS AUX DIFFERENTES SOURCES D'ENERGIE

Il est également indispensable de savoir si les "énergies nouvelles", dont certaines sont appelées "énergies douces", posent ou non des problèmes pour l'environnement et la santé publique.

Il en est de même pour les nouvelles techniques de production des énergies (gazéification du charbon, etc.) ainsi que des méthodes d'utilisation (moyen de transport, etc.).

Enfin un quatrième facteur, d'ordre psycho-sociologique, a sûrement joué un rôle important. Le souci qu'a l'opinion publique de l'environnement dans lequel nous vivons est relativement récent et chacun s'accorde à reconnaître l'existence d'aspects négatifs dans l'évolution de la société au cours des dernières décennies (urbanisation excessive, besoins artificiels créés par la société de consommation). Beaucoup considèrent que cette évolution va de pair avec le développement de la consommation d'énergie. C'est donc une raison supplémentaire pour essayer de faire ce bilan afin d'apprécier non seulement les inconvénients mais aussi les avantages, au plan sanitaire, du développement de la consommation d'énergie.

QUELS TYPES D'ETUDES?

Il est évident que des études sur les risques des différentes énergies sont faites depuis longtemps. Ce qui est nouveau est de faire des comparaisons.

On peut distinguer trois types d'études. Tout d'abord il y a *l'étude d'un risque particulier*. C'est le cas par exemple des études sur la silicose des mineurs, les électrocutions, les asphyxies par les gaz de combustion. Elles avaient, initialement, pour but essentiel de faire un bilan médical de ces risques: description clinique et biologique, pronostic, traitement, recensement et traitement des complications et des séquelles. Depuis, des études épidémiologiques ont été faites sur ces divers risques grâce à de longues séries statistiques et il est ainsi possible d'apprécier comment a évolué un risque en fonction de multiples facteurs. Les exemples apportés par M. Amoudru¹, à propos des accidents de travail ou des pneumoconioses dans les charbonnages, ou M. Péquignot², à propos des asphyxies dues au gaz ou des électrocutions en sont des exemples.

Le second type d'études consiste à *envisager, toujours pour un risque précis, tous les problèmes que pose une source d'énergie*. L'exemple en est l'irradiation due à l'énergie d'origine nucléaire aux différentes étapes de son cycle.

En effet, pour qu'une centrale nucléaire fonctionne, il faut qu'il existe, en amont, les installations nécessaires pour:

- l'extraction du minerai d'uranium,
- le raffinage de ce minerai,
- la purification et la transformation en sel d'uranium ou en uranium métal,
- l'enrichissement éventuel,
- la fabrication des éléments combustibles,

et en aval celles:

- du retraitement des combustibles irradiés et du stockage.

¹ Voir pages 81 à 91 du présent Bulletin.

² Voir pages 92 à 101, *ibid.*

RISQUES INHERENTS AUX DIFFERENTES SOURCES D'ENERGIE

Tableau 1. Evaluation des doses annuelles dues à la production d'énergie d'origine nucléaire

Etape du cycle du combustible	Nature de l'irradiation	Dose collective homme-rad/MW(e)/an
Extraction Traitement Fabrication	Professionnelle	0,2–0,3
Centrales	Locale – régionale Professionnelle	0,2–0,4 1
Retraitement	Locale Globale Professionnelle	0,1–0,6 1,1–3,3 1,2
Recherches	Professionnelle	1,4
TOTAL		5,2–8,2

Il est donc logique, quand on parle de l'irradiation due à la production d'électricité d'origine nucléaire, de tenir compte de toutes ces étapes.

D'autre part, cette irradiation concerne:

- le personnel employé à ces différentes étapes du cycle et plus particulièrement les mineurs des mines d'uranium, les agents des centrales nucléaires et des usines de retraitement,
- la totalité de la population à cause de l'éventuelle diffusion de radionucléides de longue période,
- les populations dites "critiques"; c'est le cas par exemple des sujets vivant à proximité immédiate d'installations nucléaires.

Enfin, l'irradiation peut se faire de diverses façons: elle peut être directe par irradiation externe ou contamination, mais aussi indirecte par le biais du milieu où les radioéléments suivent des cheminements complexes.

Ces études sont à la fois médicales et techniques; elles permettent d'évaluer, pour chacune des étapes des diverses techniques de production (les différentes filières nucléaires), les sources d'irradiation, les rejets qui en résultent et les conséquences sanitaires qu'elles sont susceptibles de provoquer.

Dans le tableau 1 qui a été publié dans le rapport 1977 de l'UNSCEAR sont indiquées les doses reçues par les sujets exposés professionnellement ou non, en un an, du fait de l'ensemble des installations nécessaires pour une centrale d'une puissance de 1 MW(e). L'ensemble des sujets exposés reçoit donc une dose collective variant entre 5,2 et 8,2 homme-rad.

RISQUES INHERENTS AUX DIFFERENTES SOURCES D'ENERGIE

On pourrait imaginer de telles études pour un certain nombre de substances chimiques. Le meilleur exemple qu'on puisse citer est celui de l'amiante. Les mineurs du Canada et d'Afrique du Sud lui ont payé un lourd tribut. Ce sont les médecins de ce dernier pays qui ont décrit l'asbestose pulmonaire. Cependant, ce sont les enquêtes anglaises et américaines menées auprès du personnel des chantiers navals qui ont montré l'ampleur du problème. L'amiante y était utilisé comme isolant et calorifuge. Monsieur Califano, ancien secrétaire d'Etat à la Santé publique des Etats-Unis, avait pu parler de millions de personnes exposées à un risque d'asbestose et de cancer. Mais l'amiante a encore été utilisé dans la construction d'habitations et de locaux professionnels, donc de façon très générale; des centaines d'objets contiennent aussi de l'amiante, depuis le grille-pain jusqu'aux plaquettes de freins d'automobile. Toute la population est donc plus ou moins concernée.

La différence entre l'industrie nucléoénergétique et celle de l'amiante est que, dans le premier cas, ces études ont été entreprises avant qu'on en constate les effets nocifs, alors que, dans le second cas, ces études n'ont été entreprises qu'a posteriori. En effet, dans le cas de l'amiante, ce n'est que depuis quelques années qu'un bilan est en cours: inventaire des effets sanitaires et inventaire des expositions, établissement de normes et définition des méthodes de dosage. Cependant, étant donné le développement spectaculaire des emplois de l'amiante depuis 35 ans et le très long temps de latence des cancers pulmonaires et des mésothéliomes pleuraux, il est certain qu'au cours des 20 années à venir un certain nombre de cancers sera constaté chez des sujets qui ont été exposés avant que ces normes aient été définies.

Enfin, le troisième type d'études est relativement récent; celles-ci permettent des *comparaisons effectives entre les diverses énergies*. Leurs buts sont ambitieux. Elles veulent prendre en compte:

a) L'ensemble des risques

- Certains sont spécifiques et d'autres non (accidents du travail par exemple).
- Ils sont professionnels (maladies professionnelles) ou concernent la population.
- Il s'agit tant de maladies que d'accidents et dans ce cas il faut prendre en compte non seulement leur gravité mais encore leur probabilité de survenue.
- Il faut tenir compte, non seulement des sujets particulièrement exposés (travailleurs ou populations vivant à proximité des installations dangereuses), mais de la population dans son ensemble car certains risques, à très long terme, peuvent la concerner (radio-nucléides à très longue période, augmentation de la teneur de l'atmosphère en anhydride carbonique).
- Il faut encore envisager les multiples mécanismes d'action possible sur les êtres vivants.

b) Toutes les activités qui ont contribué à la mise en place, à la bonne marche et au démantèlement des installations propres à une filière énergétique.

En particulier, il faut tenir compte de toutes les activités économiques et industrielles qui entrent en jeu pour créer les installations industrielles nécessaires. Un exemple montrera pourquoi ceci doit être envisagé. Le fonctionnement des diverses usines d'un aménagement hydroélectrique n'entraîne pratiquement aucun risque: le personnel est peu nombreux et l'installation fortement automatisée. Par contre, sa construction a entraîné des accidents du travail (plusieurs dizaines de décès pour certains grands barrages), des risques de silicose (percement de galeries) pour les ouvriers des entreprises de travaux publics; la fabrication des matériels utilisés (turbines, alternateurs, etc.), la production de

RISQUES INHERENTS AUX DIFFERENTES SOURCES D'ENERGIE

dizaines de milliers de tonnes de béton (carrières, usines, transport, etc.), d'acier (mines de fer, usines sidérurgiques, industries mécaniques, etc.) et de métaux divers (aluminium, cuivre, etc.) en entraînent d'autres.

Dans les conditions actuelles des techniques, à puissance égale, le solaire réclame plus d'investissement que le nucléaire.

FACTEURS A PRENDRE EN COMPTE

Il n'est pas utile d'opposer *ces trois types d'études*; elles sont complémentaires et apportent des renseignements différents.

Cependant, seules les dernières permettent de véritables comparaisons, mais les difficultés sont évidentes: données incomplètes et de valeur variable, utilisation de "modèles" et choix d'hypothèses difficilement vérifiables pour les établir, addition "d'effets" de nature très différente.

Pour diminuer cette complexité, de nombreuses études ont été limitées à la comparaison des risques entraînés par la production annuelle d'une certaine quantité d'électricité ou par les installations électriques d'une puissance donnée. Les problèmes du transport, de la distribution et de l'utilisation de l'électricité ne sont donc pas pris en compte. Ces études permettent en particulier d'établir une hiérarchie entre les différentes filières de production d'électricité. Les publications de M. Hamilton décrivent longuement les comparaisons de ce type.

D'autre part, plus ces études sont complexes, moins elles sont généralisables. En effet, si les paramètres retenus sont nombreux et précis, ils définissent de façon de plus en plus rigoureuse un cas particulier; les résultats sont d'autant plus intéressants mais ils sont de moins en moins généralisables. Par exemple, si l'étude porte sur la production d'électricité à partir du charbon, les conséquences sont extrêmement différentes selon qu'il s'agit du charbon produit aux Etats-Unis ou en France. Dans le premier cas, il s'agit souvent de charbon produit dans des mines à ciel ouvert, fortement automatisées et sans silicose, où le rendement individuel est de plusieurs dizaines de tonnes. Dans le second cas, il s'agit de mines profondes, où l'extraction est difficile, le rendement bien plus faible et où le risque de pneumoconiose existe.

Chaque cas est donc spécifique et ces études ne peuvent être entreprises que si on définit un certain nombre de paramètres qui ont une influence essentielle sur les risques.

Les réglementations

Les risques dépendent bien entendu de la qualité et de la fiabilité des installations. Or, qualité et fiabilité dépendent beaucoup des réglementations de protection et de sûreté, qui varient d'un pays à l'autre. Par exemple, l'importance des rejets d'effluents radioactifs dans l'atmosphère ou dans l'eau est définie par la réglementation. De même, les expositions professionnelles aux substances toxiques sont réglementées par des normes dans certains pays; elles définissent l' "importance des risques acceptés". Or, ces normes n'existent pas partout et, quand elles existent, sont différentes d'un pays à l'autre. Donc, pour une même production et une même technologie, les risques peuvent varier en fonction des réglementations et du laxisme avec lequel elles sont appliquées. Dans ce domaine, une politique volontariste peut modifier, de façon importante, les risques entraînés.

RISQUES INHERENTS AUX DIFFERENTES SOURCES D'ENERGIE

Le choix des sites d'implantation des unités de production

Les conséquences d'un accident ou d'une nuisance sont évidemment très variables suivant le milieu naturel et humain dans lequel ils peuvent survenir. C'est vrai évidemment des accidents: la rupture du barrage de Malpasset, près de Fréjus, en 1959, a fait 421 morts en raison de l'importance de la population vivant en aval et de l'implantation de leurs habitations.

C'est aussi vrai des pollutions: les effets de la pollution soufrée sont fonction de la nature et de l'importance de la végétation exposée (pollution soufrée de la région de Lacq, due à l'usine d'épuration du gaz). C'est vrai encore des effluents radioactifs.

La notion de site a une autre incidence: Les nuisances apportées par une énergie dans un site s'ajoutent aux nuisances déjà existantes. Par exemple, l'importance des effets des polluants atmosphériques ou du réchauffement des eaux de rivière dépend des niveaux déjà atteints car il existe des "seuils pratiques" pour ces divers effets; ils dépendent donc des quantités globales de polluants rejetés ou de l'apport total d'eaux chaudes dues à de multiples sources industrielles dans un cours d'eau sur une longueur donnée.

Il n'est donc pas possible, dans ce cas, d'apprécier les effets néfastes d'un équipement particulier, car le vrai problème concerne l'ensemble des nuisances apportées: c'est à la collectivité de définir une hiérarchie. C'est ce qui se passe lorsque la pollution soufrée atteint un certain niveau dans une agglomération et que l'arrêt des industries, considérées comme jouant un rôle important dans la pollution, est imposé.

Le choix des sites n'est pas le seul problème d'ordre géographique

La France est un pays dont les ressources énergétiques sont limitées; elle importe donc une part importante de ce qui lui est nécessaire: par exemple, plus de la moitié du charbon consommé vient de pays étrangers tels que la Pologne, l'Afrique du Sud ou les Etats-Unis. Les risques humains qu'entraîne cette production de charbon ne concernent donc pas la population française.

Cependant, la pollution pose aussi des problèmes internationaux. Les transferts atmosphériques, à très longue distance, sont connus, tant pour certains radioéléments présents dans les effluents gazeux, que pour certaines pollutions atmosphériques chimiques; l'acidification progressive des lacs scandinaves et la détérioration progressive des forêts de ces mêmes pays, est imputée à la pollution soufrée provenant surtout d'Angleterre, mais aussi de l'ensemble de l'Europe centrale et occidentale.

Le facteur temps est à prendre en considération

En effet, les techniques, les réglementations, les méthodes de mesure et leur précision évoluent très vite. Les connaissances médicales et biologiques progressent rapidement. Enfin, les progrès sont rapides en ce qui concerne la sécurité et la prévention. Tout cela contribue à rendre ce qui se passe maintenant très différent de ce qui se passait il y a 30 ans. Les problèmes sanitaires que posent la production et le transport de l'électricité ne sont donc pas les mêmes.

En 1950, l'effort d'équipement était orienté vers la construction de centrales thermiques, équipées de groupes de 125 MW fonctionnant au charbon, mais surtout EDF faisait un effort considérable pour développer l'équipement hydroélectrique. Actuellement, l'effort d'équipement est orienté essentiellement vers les centrales nucléaires. Il est certain que

RISQUES INHERENTS AUX DIFFERENTES SOURCES D'ENERGIE

les précautions qui étaient prises alors pour protéger l'environnement étaient bien moindres que celles qui sont prises maintenant. Actuellement, les centrales à charbon sont équipées de dépoussiéreurs qui éliminent 98% des poussières émises dans l'atmosphère. Les teneurs en soufre des combustibles utilisés sont limitées et les concentrations présentes dans l'atmosphère sont mesurées régulièrement. Les précautions prises pour protéger les sites sont beaucoup plus importantes qu'il y a 30 ans.

Comme il est vraisemblable que cette évolution se maintiendra, il est difficile d'extrapoler à partir de la situation actuelle celle qui prévaudra dans 10 ans par exemple, a fortiori dans 15 ans ou plus.

BILAN SANITAIRE

Une des principales difficultés de ces études est la valeur relative des données sanitaires. Le nombre et la valeur des données dont on dispose ne sont pas liés à l'importance réelle du risque: par exemple, les risques professionnels sont beaucoup mieux connus que les risques parmi les usagers, mais il n'est pas certain que ces derniers ne soient pas les plus importants. Bien souvent, les données sont nombreuses à propos d'un risque, quant on le connaît bien et quand on le maîtrise. Enfin, l'importance des moyens consacrés à ce problème dépend moins de sa gravité que de la façon dont il est ressenti et des responsabilités engagées.

Parfois, l'imputation d'un effet sanitaire non spécifique à une cause est extrêmement difficile: comment imputer par exemple une part des affections pulmonaires chroniques à une source donnée de pollution atmosphérique chimique ou particulaire?

Autre difficulté, les indices ou indicateurs sanitaires ont une valeur limitée. Les indicateurs classiques sont la mortalité et la morbidité exprimée par l'incidence ou la prévalence de maladies bien définies, telles qu'elles apparaissent dans une classification comme celle de l'Organisation mondiale de la santé. Ils recensent des choses très diverses: ils ne permettent pas de prendre en compte le degré de gravité, le risque vital, la durée, le degré d'invalidité et le retentissement de la maladie qui font que deux cas d'une même maladie ne sont jamais rigoureusement identiques.

D'autre part, des différences importantes apparaissent suivant les personnes qui recensent ces données: médecins administrant des soins, hospitaliers ou non — organismes chargés d'établir des bilans de santé — organismes administratifs chargés d'attribuer les prestations — patients eux-mêmes. La façon dont est ressentie la maladie est extrêmement importante: une affection pulmonaire chronique peut être plus invalidante, plus pénible et de pronostic plus mauvais qu'un cancer, mais en général ce dernier sera ressenti comme plus grave.

Enfin, très souvent, l'importance majeure est donnée aux conséquences économiques de la maladie: journées d'arrêt de travail et d'hospitalisation — prestations et coût des soins — taux d'invalidité et indemnisations qui en résultent — transformation d'un décès en années de travail perdues.

On en arrive à des paradoxes qui font qu'une invalidité serait plus grave qu'un décès, car elle coûte plus cher et qu'un décès n'a pas la même importance suivant qu'il s'agit d'un accident de travail ou de l'accident d'un usager, car le premier coûte aussi plus cher. Un accident ou une maladie de même gravité n'ont pas, bien entendu, les mêmes conséquences économiques suivant la protection médico-sociale de la victime.

RISQUES INHERENTS AUX DIFFERENTES SOURCES D'ENERGIE

Des indices plus complexes, plus élaborés ont été proposés récemment, mais ils concernent beaucoup plus l'impact socio-économique des problèmes de santé et les activités du système de soins. Il est peu vraisemblable qu'ils trouvent leur place dans des études comme celles qui sont envisagées ici.

En conclusion, ces indices sont très utiles au plan médico-légal, économique ou administratif, mais ils ne sont qu'un reflet partiel et souvent infidèle de la complexité des problèmes de santé; c'est en cela que ces études comparatives peuvent, si on perd de vue la valeur relative de ces indices, donner une idée inexacte de la réalité.

CONCLUSION

Les remarques qui précèdent permettent de mieux définir ce qu'on peut attendre de telles études. Il est possible d'évaluer l'importance des risques sanitaires entraînés par une filière énergétique si on précise les paramètres définissant le cas envisagé. Il ne s'agit pas de valeurs précises, mais de fourchettes de valeurs ou d'ordres de grandeur. Il devient ainsi possible de faire des comparaisons pour les principales filières énergétiques à propos, soit de l'ensemble des risques, ou plus sûrement de chacun des principaux risques.

Les études publiées sont maintenant nombreuses, ce qui permet d'apprécier si les choix qui sont faits, au plan de la politique énergétique, tiennent compte des risques et si on réclame, à risques égaux, les mêmes conditions de sécurité dans tous les cas.

Les mêmes enquêtes pourraient d'ailleurs être faites pour les industries non énergétiques ou pour les diverses activités économiques.