

LES ECHOS DE SAINT-MAURICE

Edition numérique

Henri MICHELET

Les centrales nucléaires :
une relève énergétique contestée

Dans *Echos de Saint-Maurice*, 1977, tome 73, p. 52-68

© Abbaye de Saint-Maurice 2013

Les centrales nucléaires:

Une relève énergétique contestée

En 1973, le blocus arabe sur le pétrole et l'augmentation de son prix ont placé soudainement le monde face à un problème énergétique angoissant. Partout, dans les pays occidentaux, l'inquiétude à ce sujet a soulevé la même question : « L'énergie viendra-t-elle à manquer ? »

Un bref rappel de l'histoire de la conquête des énergies nous montre pourquoi le problème des centrales nucléaires est venu à la une des préoccupations du monde actuel.

La maîtrise des énergies

Pendant des millions d'années, depuis le premier hominien jusqu'au quatrième millénaire avant le Christ, l'homme n'a disposé pour ses travaux que de son énergie musculaire. Cette énergie dérisoire, environ 1/10 de cheval, était employée presque exclusivement à conquérir la nourriture.

Au IV^e millénaire avant l'ère chrétienne, la domestication des animaux de trait augmente fortement la puissance disponible de l'homme. L'usage des chevaux pour la traction semble avoir commencé en Asie Mineure. Les Assyriens utilisaient des chariots à deux roues, traînés par des chevaux, pour aller au combat. Mais l'attelage antique, reposant sur le collier de gorge et la bande de poitrail, limitait beaucoup la force effective de l'animal. Ce n'est qu'au Moyen Age que l'invention du harnais d'épaule permettra l'essor normal de la locomotion sur roues.

Il faut attendre le XVIII^e siècle pour que la vapeur opère la relève des anciennes énergies et marque le début de la révolution scientifique. L'application de la vapeur aux moteurs fixes, à la navigation, au chemin de fer, et aux premières voitures automobiles transforme les conditions de vie de l'homme. Le charbon alimente ce moteur qualifié de « merveilleux » pendant tout le XIX^e siècle.

Dès 1870 un concurrent sérieux apparaît. Le moteur à explosion, breveté en 1807 par Isaac de Rivaz, est désormais suffisamment au point pour prendre la place de la machine à vapeur ; il la supprime d'abord dans l'automobilisme, puis progressivement dans les autres usages. Le moteur à explosion et les autres moteurs à combustion interne inventés, dans la suite, comme le moteur Diesel (1897) et le moteur à réaction (1941), sont alimentés par le pétrole et ses dérivés.

Avant ces dernières découvertes, l'invention de la dynamo et du moteur électrique (1866) a fourni à l'homme une nouvelle source énergétique. Par sa maniabilité, par sa facilité de transport, par ses usages innombrables, l'électricité devint rapidement l'auxiliaire indispensable dans les travaux de la vie quotidienne. Jusqu'à une époque récente, l'électricité a été produite soit par l'énergie hydraulique des cours d'eau et des barrages, soit par l'énergie des combustibles (charbon, pétrole, gaz naturel).

Enfin, la dernière-née des sources énergétiques est le résultat d'une connaissance toujours plus approfondie de la matière. Elle exploite l'énergie enfermée dans l'atome. L'énergie nucléaire paraît actuellement bien en piste pour opérer la relève des autres énergies qui se trouvent en quantités limitées dans la terre. Mais, comme je le dirai plus loin, son utilisation pose de graves problèmes.

Les énergies en présence

Il est indéniable que le progrès de la civilisation n'a été possible que grâce à la maîtrise des énergies.

Dans l'Antiquité gréco-romaine, on estimait la puissance d'un seigneur au nombre d'esclaves qui étaient à son service. Aujourd'hui, où les

machines ont remplacé les esclaves, ils sont nombreux les hommes dont la puissance dépasse celle de ces seigneurs. En Europe, chaque homme disposerait en moyenne de 180 esclaves mécaniques, qui lui procurent toutes sortes de commodités : chauffage, voiture, télévision, radio, moteurs multiples, etc. Ces esclaves mécaniques, comme les êtres humains, ont besoin d'une « nourriture » appropriée.

Durant les vingt-cinq dernières années, leur alimentation a été fournie par les produits suivants :

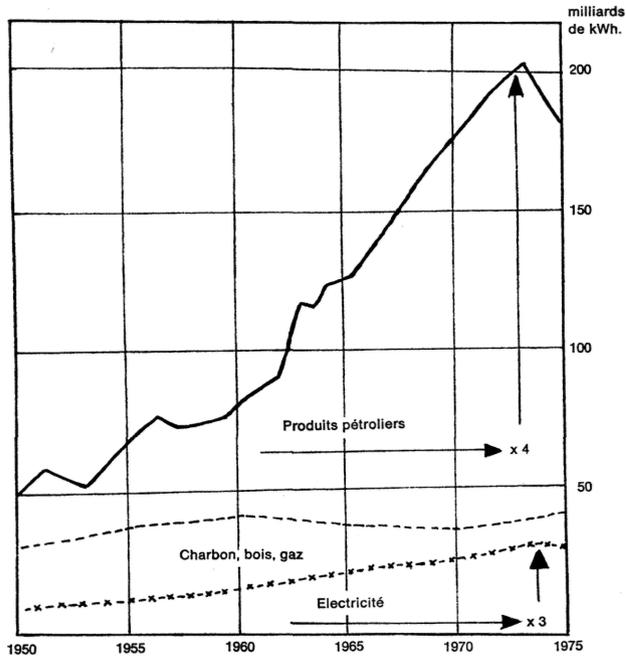
	1950	1960	1970	1973	1975
Produits pétroliers	24,7 %	49,4 %	78,2 %	80,3 %	76,4 %
Charbon	42,4 %	25 %	4,4 %	2 %	1,6 %
Bois	12,2 %	4,7 %	1,6%	1,4 %	1,4 %
Gaz naturel	—	—	0,3 %	1 %	3,4 %
Energie hydro-électrique	20,7 %	20,9 %	15,5%	12,7 %	14,2 %
Energie nucléaire	—	—	—	2,6 %	3 %

Ce tableau appelle quelques commentaires.

Il montre d'abord une croissance continue jusqu'en 1973 de l'emploi des hydrocarbures liquides — pétroles — comme source énergétique. En un peu plus de vingt ans sa consommation a passé de 25 % à 80 % de l'énergie totale utilisée. A partir de 1973, la restriction et la hausse des prix ont amené un léger fléchissement de ce pourcentage. En 1976, les ventes des produits pétroliers ont de nouveau augmenté ; elles ont marqué une progression de 4,9% sur l'année 1975, mais par rapport à 1973, le recul se monte encore à 10,7 %.

En 1973, la Suisse a consommé 13,9 millions de tonnes de produits pétroliers soit : 9 millions de tonnes environ pour le chauffage des locaux et des habitations, 4 millions de tonnes environ pour les véhicules automobiles et l'aviation, moins d'un million de tonnes pour des usages industriels.

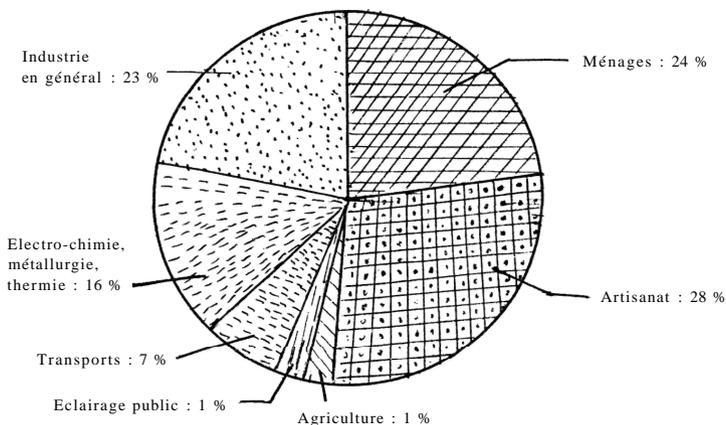
Relativement à cette source énergétique, la Suisse est entièrement tributaire de l'étranger. Elle se trouverait fort embarrassée si les frontières étaient subitement fermées. Sur quelles énergies pourrait-elle alors



Consommation d'énergie en Suisse

— Consommation totale
 -x-x-x- Consommation d'énergie électrique

compter ? Mis à part le bois, source énergétique très secondaire, la Suisse ne dispose que d'une source propre, la force hydraulique. Ici encore, les sources exploitables arrivent à épuisement. Remarquons que le pourcentage indiqué ci-dessus concerne uniquement l'énergie hydro-électrique. En plus d'environ 400 centrales hydro-électriques, l'économie électrique suisse dispose de deux centrales thermiques à mazout (Chavalon, en Valais, et Cornaux dans le canton de Neuchâtel) ; elle peut encore compter actuellement sur trois centrales thermiques nucléaires (Beznau I et II, dans le canton d'Argovie, et Mühleberg, dans le canton de Berne). On constate que le pourcentage de l'énergie hydro-électrique est en baisse depuis l'année 1960. Cette diminution provient du fait que l'apport des nouvelles centrales hydro-électriques est inférieur à l'accroissement de la demande. Cela se comprend



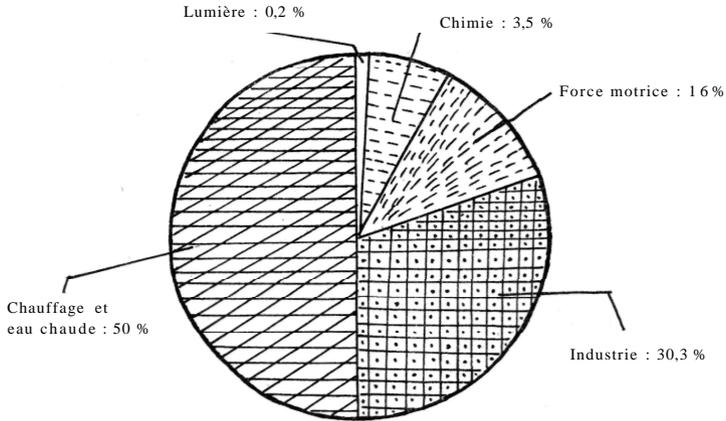
Consommation d'électricité en Suisse

lorsqu'on sait que de 1960 à 1970, le taux de croissance énergétique a été de 103 %.

La consommation d'électricité en Suisse a passé de 10 milliards de kilowatts-heures en 1950 à 34 milliards de kilowatts-heures en 1975.

Dans les autres pays occidentaux, on remarque une évolution semblable quant à l'utilisation des sources d'énergie. Partout, le pétrole vient en tête de liste et partout on se préoccupe de son épuisement. Les statistiques établies par la Conférence mondiale de l'énergie (1974) évaluent à 91 milliards de tonnes les réserves mondiales de pétrole brut. Elles suffiraient à couvrir les besoins d'énergie pour une quarantaine d'années. Remarquons toutefois que ces estimations sont sujettes à révision, car il existe certainement d'autres réservoirs pétroliers à découvrir.

Que ces prévisions soient exactes ou non, il est un point sur lequel savants et économistes s'accordent, celui de la limitation des énergies mondiales : le pétrole et le charbon s'épuisent, les barrages réalisables sont quasiment faits, les énergies solaire, éolienne, marémotrice ou autres n'ont, pour le moment, pas dépassé le stade de l'expérimentation.



Utilisation de l'énergie globale

Faute d'énergies disponibles, devons-nous revenir au genre de vie d'autrefois ? Reverrons-nous le temps des diligences et de l'éclairage à la chandelle ? Une existence bucolique tente un certain nombre de nos contemporains. Mais une civilisation rétrograde pour l'ensemble de l'humanité ne se conçoit guère. Pour faire marcher les « esclaves mécaniques » qui nous font vivre bien plus luxueusement qu'un patricien romain, il est urgent de trouver de nouvelles sources d'énergie. C'est à ce moment de disette énergétique que les centrales nucléaires offrent leur service. Mais voilà, elles se présentent sous un double aspect : bénéfiques par leur pouvoir, elles exposent l'humanité à de graves dangers ; elles sont objet d'espoir et en même temps de défiance.

Par curiosité et pour les juger avec plus de lucidité, efforçons-nous d'abord de mieux connaître cette énergie nouvelle.

L'énergie nucléaire

L'énergie sur laquelle mise le monde est enfermée au cœur de l'atome. L'entrée de l'atome dans l'histoire a suscité passablement d'oppositions. Résumant toutes les objections contre la science nouvelle, Sainte-Claire Deville écrivait en 1880 : « Je n'admets ni les atomes, ni les molécules,

ni les forces, ni les états particuliers de la matière, refusant absolument de croire ce que je ne puis ni voir ni même imaginer. » Au profane contemporain tenté de répéter la même objection, le physicien peut fournir des preuves multiples de la réalité de l'atome et de ses constituants.

Décrite d'une manière simplifiée, la matière apparaît comme concentrée dans un noyau très lourd, peuplé de neutrons et de protons, et chargé d'électricité positive. Un nuage d'électrons négatifs — en nombre égal à celui des protons — gravite autour du noyau et fait que l'atome est électriquement neutre. La masse d'un électron est de $9,108.10^{-28}$ g, soit de 1846 fois inférieure à celle d'un proton.

Alors que la science de l'atome n'était encore qu'à ses balbutiements, Albert Einstein indique en 1905 l'équivalence entre l'énergie et la matière. Sa théorie de la relativité révèle au monde une nouveauté sensationnelle : l'énergie est pesante, c'est-à-dire assimilable à la matière. Bien plus, cette force est telle que les réactions chimiques les plus violentes se montrent insignifiantes comparées à la puissance enfermée dans le moindre grain matériel. D'après les calculs, la dématérialisation d'un gramme de matière fournirait une énergie équivalente à la combustion de trois millions de kilos de houille.

Mais par quel procédé sera-t-il possible d'extraire de la matière cette force prodigieuse ? Abandonner cette théorie comme une rêverie utopique ou une anticipation à la Jules Verne fut la première tentative de beaucoup de savants. L'hésitation fut de courte durée. Mis sur le chemin par la constatation que certains éléments, les corps radioactifs, libèrent spontanément de l'énergie, de nombreux savants se mettent bientôt à l'ouvrage pour vérifier la thèse d'Einstein.

A ce sujet, il y aurait bien des aventures et bien des découvertes à raconter, en partant des expériences de désintégration effectuées pour la première fois par Rutherford en 1919, en passant par l'invention de la radioactivité artificielle par Irène et Frédéric Joliot-Curie en 1935, par la fabrication des radio-isotopes et de la bombe atomique. Seul le problème de l'énergie produite par les centrales nucléaires retiendra l'attention.

On peut considérer le 2 décembre 1942 comme date de l'entrée de notre monde dans l'ère de l'énergie nucléaire. Ce jour-là, une équipe de chercheurs, dirigée par Enrico Fermi (1901-1954), obtient pour la première fois une réaction de fission en chaîne dans une pile atomique installée sous les gradins du stade de l'Université de Chicago.

La réaction en chaîne, productrice d'énergie

Le combustible utilisé pour produire l'énergie nucléaire est l'uranium 235 ou le plutonium 239. Le noyau d'uranium 235 est un assemblage de 92 protons et 143 neutrons ; celui de plutonium 239 contient 93 protons et 146 neutrons. Ces corps subissent la réaction dite de fission.

Pour l'uranium 235, la transformation se passe de la façon suivante : quand un neutron arrive à une faible vitesse à portée de son noyau, celui-ci l'absorbe et devient de l'uranium 236. Cette absorption provoque la réaction : semblable à un sac qui craque à un moment donné lorsqu'on le remplit de billes très lourdes, le noyau d'uranium, sous l'effet de la particule supplémentaire, se casse en deux fragments plus légers avec émission de deux ou trois neutrons. La masse des morceaux obtenus est inférieure à celle du noyau originel. La différence se retrouve sous forme d'énergie ainsi que la prévoit la théorie d'Einstein. Une fois amorcée, cette réaction se propage rapidement. Les neutrons libérés vont frapper d'autres noyaux et provoquent de nouvelles fissions : c'est la réaction en chaîne.

Brutalement produite, la réaction de fission de l'uranium 235 conduit à la bombe atomique. Toutefois, pour arriver à ce résultat, il faut disposer d'une quantité suffisante d'uranium 235 pur. Or l'uranium naturel est en grande partie formé d'uranium 238 non fissile ; il ne contient que 0,7% d'uranium 235. Pour fabriquer la bombe, on doit procéder d'abord à la séparation de ces deux sortes d'uranium. De plus, pour que la réaction en chaîne s'amorce, il faut que le bloc d'uranium 235 pur atteigne la masse critique pure, voisine de 8 kilos.

Je ne m'étendrai pas sur le fonctionnement de cet engin de destruction.

Au lieu d'être violente, dans le réacteur atomique cette réaction est contrôlée. Dans cet appareil, on emploie de plus l'uranium naturel, sans avoir à effectuer la difficile séparation de l'uranium 235. Certains réacteurs utilisent du plutonium 239 qui est fabriqué par addition d'un neutron rapide sur l'uranium 238.

Le réacteur atomique

Depuis la première pile de Fermi, mise en service en 1942, de multiples types de réacteurs ont vu le jour. Je ne puis, dans cet article, qu'indiquer le principe de leur fonctionnement sans décrire les nombreuses variantes.

Le réacteur se présente aux regards sous un aspect imposant.

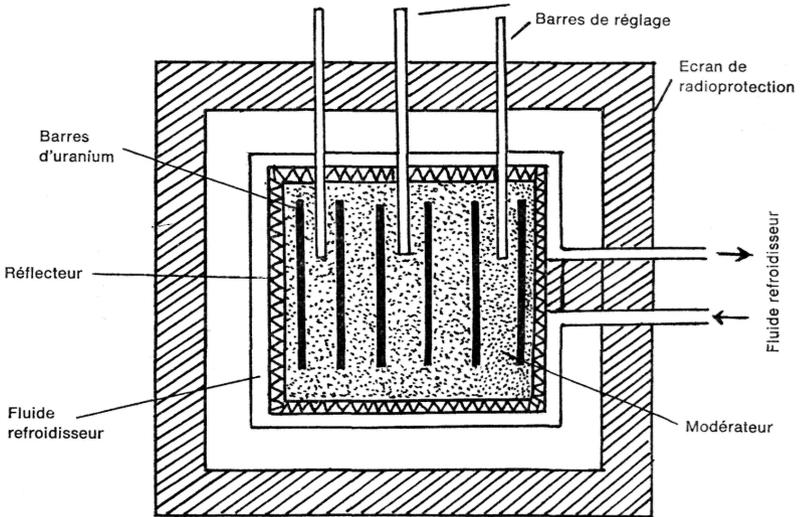


Schéma d'un réacteur

Un mur en béton de plusieurs mètres entoure « le cœur du réacteur » ; cette carapace assure la protection biologique de l'extérieur, absorbant les radiations nuisibles aux organismes vivants. Pénétrons en pensée dans cette enceinte si bien protégée et essayons de comprendre ce qui s'y passe.

Le combustible, producteur de l'énergie, est de l'uranium naturel qui a été enrichi jusqu'à 3% en uranium 235. Ce produit est entouré d'une enveloppe de graphite ou d'un réservoir d'eau lourde, matériaux ayant pour office de réfléchir les neutrons vers l'intérieur.

Le démarrage de la pile se fait de lui-même, car, dès que la marche est possible, la fission spontanée de l'uranium fournit quelques neutrons qui amorcent la réaction en chaîne, comme il a été dit ci-dessus. Les neutrons libérés par la fission de l'uranium 235 quittent ce dernier avec une très grande vitesse. Laissés à eux-mêmes ils sont absorbés par l'uranium 238 qui n'est pas fissile. Mais ralentis, ils pénètrent dans d'autres noyaux d'uranium 235 et continuent la fission. Les techniques américaines adoptées en Suisse et en France utilisent l'eau ordinaire à la fois comme modérateur de neutrons et comme véhicule de la chaleur.

Des barres de régulation, en cadmium ou en acier au bore, peuvent s'enfoncer dans le réacteur à des profondeurs variables. Ayant la propriété d'absorber les neutrons, elles permettent un contrôle précis et souple de la marche de la réaction. Leur manœuvre est rendue automatique.

Deux systèmes sont actuellement utilisés pour le transport de la chaleur vers l'extérieur.

Dans le procédé le plus ancien en usage dès l'apparition du réacteur, un liquide approprié — eau sous pression, sodium liquéfié, etc. — circule à travers la pile dans d'immenses conduites. Les calories emportées servent à produire de la vapeur d'eau qui actionne un groupe turbo-alternateur comme dans une centrale électrique ordinaire.

Dans l'autre système de réfrigération, la chaleur dégagée par la réaction est absorbée par de l'air insufflé dans les chenaux à uranium. L'air chaud sortant du réacteur traverse une série de filtres destinés à arrêter les substances radioactives dont il est chargé ; après avoir produit la vapeur d'eau, comme dans le système précédent, il est évacué par une cheminée et diffusé dans l'atmosphère.

Le tiers seulement de la chaleur produite par la fission est transformé en électricité ; le reste réchauffe l'eau des rivières ou l'air atmosphérique. Cet apport considérable de calories au milieu ambiant, eau ou air, préoccupe beaucoup les écologistes.

Constatons encore, sans nous y arrêter, que le réacteur produit des radio-isotopes dont les usages deviennent de jour en jour plus nombreux.

Assoiffé d'énergie, le monde industriel s'est engagé à fond dans la course au nucléaire.

Les centrales nucléaires

La pile de Fermi a marqué l'entrée au monde de l'énergie nucléaire. Construite dans un but purement expérimental, elle a servi aussi à la fabrication du plutonium employé dans la bombe atomique lancée sur Nagasaki.

Neuf ans plus tard, en décembre 1951, une installation expérimentale débite plus d'une centaine de kilowatts sur un réseau de distribution de la petite ville d'Arco, voisine du célèbre centre de recherches de Los Alamos.

En 1971, seize pays ont en service 128 réacteurs industriels d'une puissance totale de 25 000 mégawatts. On prévoit qu'en 1977, trente-deux pays posséderont 325 réacteurs d'une puissance totale de

Unités utilisées

Joule (J) : travail effectué par une force d'un newton qui déplace son point d'application d'un mètre. Le newton égale à peu près 1/10 de kilogramme-force.

Watt (W) : puissance d'une machine qui fournit 1 joule en 1 seconde.

Kilowatt (kW) : 1000 watts.

Mégawatt (MW) : 1 000 000 watts.

Kilowatt-heure (kWh) : travail fourni, en une heure, par une machine de puissance 1 kilowatt. Il vaut, par conséquent, 3 600 000 joules.

174 000 mégawatts électriques. Si les plans se réalisent, les 2000 centrales de 1990, fourniront dans le monde entier deux à trois millions de mégawatts.

La Suisse se préoccupe, elle aussi, des centrales nucléaires. Le peuple et les cantons ont accepté, en 1957, un article de la Constitution qui donne à la Confédération le pouvoir de légiférer sur l'énergie atomique*.

A la suite de cette acceptation, pour être en mesure de répondre à la demande d'énergie électrique dans notre pays, les Sociétés électriques ont établi des projets de centrales nucléaires, puis elles ont passé à leur réalisation.

Les centrales de Beznau I et Beznau II, situées sur l'Aar, dans le canton d'Argovie, construites par les Forces motrices du Sud-Est de la Suisse, sont déjà en exploitation. Leur puissance est de 300 mégawatts chacune. Une troisième centrale, construite par les Forces motrices bernoises à Mühleberg est aussi en activité ; sa puissance se monte à 300 mégawatts.

Un autre groupe de centrales est actuellement en construction ou prêt à l'être en Suisse. Les travaux de l'usine de Leibstadt, sur la rive argovienne du Rhin, sur la commune de Laufenbourg, ont commencé en 1973. Sa mise en service est prévue pour l'hiver 1978-1979. La centrale de Kaiseraugst devrait être prête pour la même date. L'opposition à cette construction risque fort de perturber le projet. D'autres démarches sont en cours pour des centrales nucléaires à Verbois (Genève), Graben (Berne), Rüthi (Saint-Gall) et Inwil (Lucerne).

Différentes sociétés suisses ont également pris des actions sur des centrales qui se construisent à l'étranger. Une association groupant les Forces motrices bernoises, les Forces motrices du Nord-Est de la Suisse et l'Energie-Ouest-Suisse (EOS) participe pour le 15% à la construction de Fessenheim I et Fessenheim II, en Alsace. Une autre

* La loi sur l'utilisation de l'énergie atomique date de 1959 ; elle fait actuellement l'objet d'une révision.

association dans laquelle on trouve comme partenaires les Services Industriels de Sion et de Sierre, participe à la construction de Bugey I et Bugey II, au bord du Rhône, près de Lyon.

Selon les estimations actuelles, vers l'an 2000, les centrales nucléaires fourniront le 50 % de l'énergie électrique.

Les réacteurs qui alimentent les centrales nucléaires utilisent comme matière fissile l'uranium 235 et laissent pour compte de l'uranium 238, qui forme pourtant le 99,7% de l'uranium naturel. Voulant éviter ce gaspillage, les recherches s'orientent actuellement vers l'emploi d'un nouveau type de réacteurs, « les surrégénérateurs » (breeder en anglais). Dans ce réacteur, le bombardement de l'uranium 238 par les neutrons rapides produit plus de combustible pur — le plutonium — qu'il n'en consomme, d'où son nom de surrégénérateur.

L'examen relatif à la sécurité retarde encore l'emploi généralisé de ces réacteurs.

Après avoir démarré à vive allure, la course au nucléaire semble ralentie aujourd'hui par les oppositions soulevées un peu partout. Les controverses portent moins sur l'utilité économique de ces installations que sur le problème de la protection de l'environnement et de la pollution.

Les dangers nucléaires

Les facteurs écologiques et biologiques constituent des éléments importants dans l'appréciation de la nouvelle source d'énergie.

Les risques nucléaires sont réels. Celui qui apparaît en premier est la pollution thermique.

Le refroidissement d'un réacteur évacue des quantités de chaleur considérables. Si c'est une rivière qui refroidit la centrale, son eau s'échauffe de plusieurs degrés. Cette faible élévation de température en soi n'est pas destructrice de toute vie ; elle accélère même certains processus biologiques, mais il peut en résulter la disparition de certaines

espèces au profit d'autres. De plus, si la rivière est polluée, l'échauffement entraîne une aggravation de la pollution, car la capacité d'auto-épuration des eaux est alors réduite. Si le refroidissement se fait par des tours de réfrigération, des problèmes se posent également : la vapeur d'eau et les calories déversées dans l'atmosphère peuvent influencer le climat. Les conséquences de cet apport ne sont pas encore bien déterminées.

Pour ces différentes raisons, l'Organisation mondiale de la santé laisse entendre qu'il faudrait s'occuper d'une façon coordonnée des trente centrales prévues sur le Rhin. Comme moyen préconisé en Amérique pour résoudre le problème de la pollution thermique, on envisage de placer les centrales en pleine mer. Ainsi deux sociétés — Westinghouse et Tenneco — étudient la possibilité de construire des centrales nucléaires flottantes.

La perspective de contamination radioactive provoquée par les centrales nucléaires paraît plus angoissante encore. Les radiations provenant des réactions nucléaires sont très nocives. Elles détruisent les cellules vivantes ; elles provoquent des cancers et elles affectent les cellules héréditaires. Cet empoisonnement radioactif pourrait se produire de plusieurs manières.

On n'a guère à craindre une explosion, comme d'une bombe, dans une centrale nucléaire ; les conditions nécessaires à la fission non contrôlée ne se réalisent pas dans un réacteur. Par contre, bien que fort improbable, une explosion du type mécanique pourrait se produire sous l'effet d'une surpression. Un autre danger est plus réel : il arrive que le cœur du réacteur se mette à fondre sous l'effet d'un échauffement subit par manque de contrôle.

Ecartons cette hypothèse d'un accident, pas plus probable que celui de la rupture d'un barrage hydraulique. D'autres dangers doivent être envisagés.

Les radiations émises dans le réacteur sont absorbées par ses parois de sorte qu'une centrale ne rejette qu'une dose minimale de rayonnements. La dose de radioactivité qu'un homme absorbe en passant de nombreuses

radioscopies est bien plus élevée que celle qu'il reçoit du rayonnement des centrales nucléaires. Un problème subsiste pourtant, celui de la contamination possible des chaînes alimentaires selon le processus :

déchet — eau — herbage — vache (lait) — homme.

D'une étape à l'autre, en effet, le poison se concentre. En conséquence, l'homme consommateur terminal peut se trouver contaminé à un taux bien supérieur à celui de son milieu ambiant.

Mais les « fuites » sur des sites de centrales ne sont rien à côté des déchets accumulés dans les usines de traitement.

Au bout d'une trentaine d'années, la réaction de fission du réacteur se ralentit puis s'arrête. Cet effet est provoqué par l'accumulation progressive d'isotopes radioactifs qui capturent les neutrons. Le réacteur « empoisonné » doit être nettoyé, c'est-à-dire débarrassé des scories radioactives présentes dans les barreaux d'uranium. Parmi ces substances, le plutonium est l'un des pires poisons qui existent. Après 24 000 ans — durée de sa période — il conserve encore la moitié de ses atomes nocifs. On envoie par rail ou par route, dans le plus grand secret, ces matériaux pollués vers les deux usines européennes de traitement : La Hague (Normandie) ou Mol (Belgique). Là, les produits radioactifs sont soit dissous chimiquement, soit solidifiés, soit récupérés comme le plutonium pour d'autres applications.

Mais comment se débarrasser des déchets ? Les accumuler dans les mines de sel, dans l'Antarctique, ou les rejeter dans la mer sont des solutions qui ne donnent pas entièrement satisfaction. Car une fois les produits enfouis, on en perd le contrôle. La proposition d'envoyer ces saletés indésirables sur le Soleil présente elle aussi de sérieuses objections. Tout d'abord, le coût de l'opération augmenterait considérablement le prix du nucléaire et, objection plus grave encore, qu'arriverait-il si l'on ratait le tir et que les déchets retombent sur la Terre ? A tout considérer, on se demande si la solution la meilleure et la moins coûteuse ne serait pas d'enterrer le réacteur usé dans une carapace de béton.

Aujourd'hui, beaucoup de savants s'accordent pour reconnaître que la fission, vu les dangers qu'elle présente, ne sera qu'une source d'énergie provisoire.

A la recherche d'une énergie propre

Des études intensives se poursuivent pour mettre en service une énergie propre. C'est ainsi que les nations développées tournent leurs yeux vers la fusion thermonucléaire contrôlée.

Les données du problème posé aux chercheurs sont apparemment simples. On sait que deux noyaux d'atomes légers — deutérium, tritium, lithium — qui fusionnent, libèrent une énergie bien supérieure à celle de la fission atomique. La difficulté est de combiner ces noyaux. Pour réussir, il faut atteindre une température qui est de l'ordre de cinquante millions de degrés. Des expériences ont déjà montré qu'une telle fusion par laser ou par courants d'induction est réalisable. Selon Robert Hirsh, directeur du programme américain de recherches sur la fusion contrôlée, « les estimations actuelles indiquent que l'on pourrait parvenir à construire les premiers réacteurs vers l'an 2000 et que l'énergie de fusion commencerait à avoir un impact sur la production d'électricité en 2020 ».

L'humanité disposerait ainsi de suffisamment d'énergie propre pendant quelque trois milliards d'années.

Une autre énergie, connue déjà par les sociétés primitives, prend aujourd'hui un regain d'actualité : c'est l'énergie solaire.

La Terre reçoit du Soleil une puissance d'un kilowatt par mètre carré, soit 180 000 milliards de kilowatts. Malheureusement, l'énergie lumineuse possède de gros défauts : elle est intermittente et elle est diluée. De nombreux problèmes technologiques se posent pour concevoir des installations très étendues capables de collecter la lumière du Soleil, pour stocker l'énergie reçue et pour la convertir. A cet effet, une expérience importante est en voie de réalisation à Odeillo, dans les Pyrénées orientales. Le four solaire de cette installation pilote est

alimenté en énergie solaire par 2 500 miroirs orientables, répartis sur une surface de 25 hectares. Cette centrale pourrait fonctionner dès 1980-1981 et elle fournirait 25 mégawatts électriques.

Les experts estiment qu'à la fin du siècle, le « solaire » pourrait assurer 35 % du chauffage et de la climatisation des immeubles, 30 % de l'approvisionnement en gaz (production de combustibles propres à partir de déchets organiques) et, vers l'an 2020, 20% de la production du courant électrique.

A l'heure du choix

Cet aperçu sommaire sur l'histoire de l'énergie et sur les centrales nucléaires nous permet d'apprécier la situation face à la « famine énergétique ».

Devant l'urgence d'opérer la relève des sources actuellement utilisées, trois sortes d'énergies paraissent particulièrement dignes de considération.

L'énergie de fission de l'atome apporte déjà son appoint. Mais parce qu'elle met en danger l'avenir de l'humanité, elle n'est tolérée qu'avec beaucoup de réticence. Tout naturellement les peuples recherchent d'autres sources d'énergie. Deux d'entre elles seraient capables de combler les besoins en énergie : l'énergie solaire et la fusion nucléaire.

Domestiquées et contrôlées, elles pourraient satisfaire aux demandes de l'humanité entière, sans risque d'épuisement.

Henri Michelet