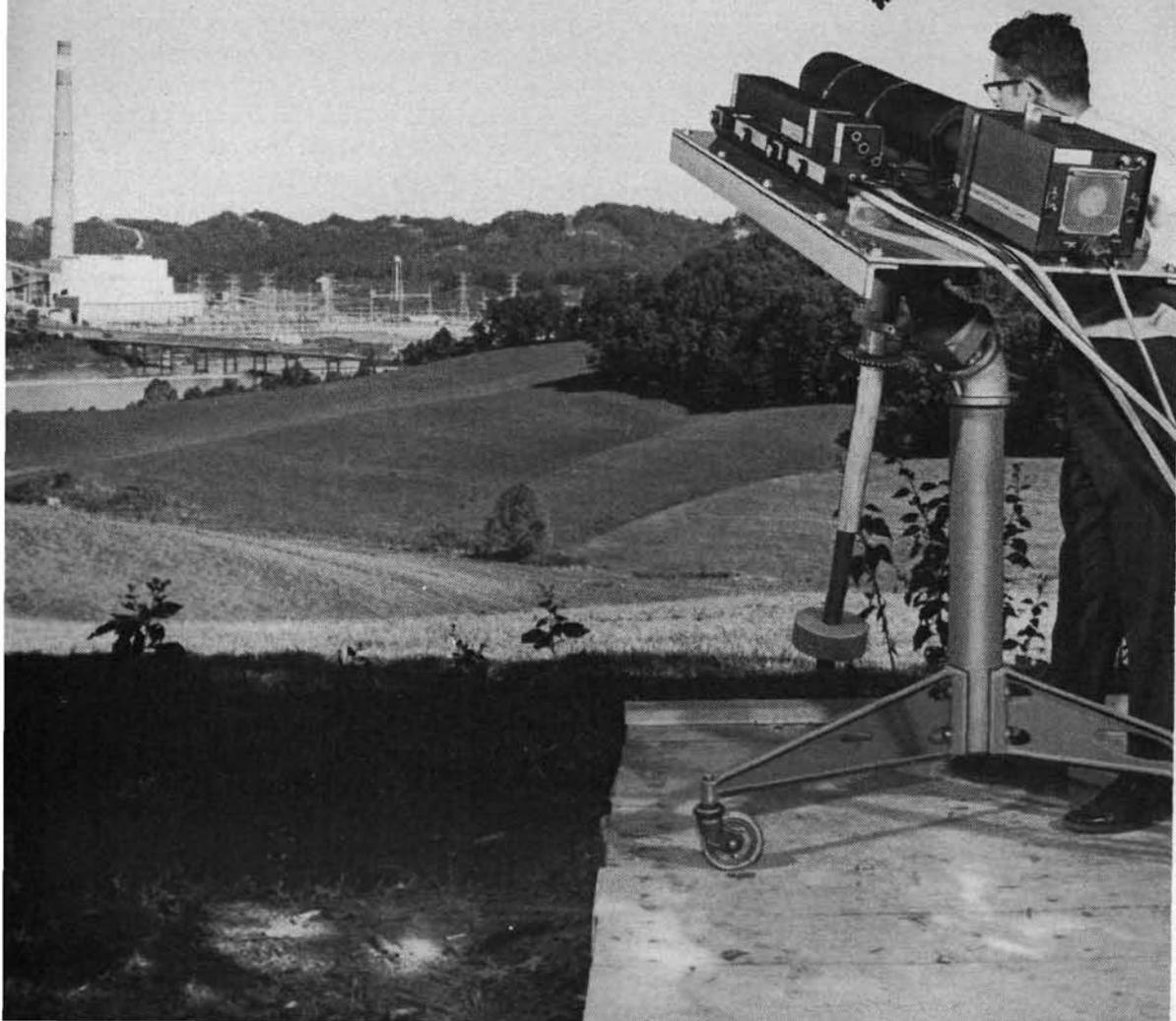


ETATS-UNIS D'AMERIQUE



L'ÉNERGIE ATOMIQUE AUX ETATS-UNIS EN 1992

par C. Larson, membre de la Commission de l'énergie atomique des Etats-Unis

Pour prédire ce que sera le développement de la technologie dans l'avenir immédiat, il faut de l'audace et il en faut davantage encore pour l'avenir lointain. Dans le délai de 20 ans que prévoit le Directeur général de l'Agence, M. Eklund, des découvertes inattendues seront faites et leurs applications passeront par tout le cycle qu'implique une innovation avant d'être mise sur le marché. Ainsi, par exemple, les découvertes scientifiques de Hahn, Strassmann, Fermi, Joliot et Szilard au cours des dernières années avant la guerre, ont mené à l'événement sensationnel de 1942 lorsque Fermi et ses collaborateurs sont parvenus à faire la démonstration de la première réaction nucléaire en chaîne dans une masse importante d'uranium. En moins de 20 ans, ce fait historique est devenu le point de départ des nombreuses applications actuelles de l'énergie nucléaire.

Ainsi, compte tenu de cette réserve, nous allons nous tourner vers l'avenir et essayer de prévoir l'évolution de l'énergie atomique jusqu'à l'année 1992.

La production d'électricité est actuellement la plus importante des applications de l'énergie atomique à des fins pacifiques. Certes, l'énergie atomique a également trouvé de nombreuses applications dans des domaines comme l'agriculture, la médecine, l'industrie et la recherche spatiale. Il est très probable que de grandes améliorations des applications actuelles ainsi que de nouvelles applications seront réalisées au cours des années à venir. De par leur importance, ces applications ont déjà révolutionné certains domaines de la recherche. Au cours des vingt prochaines années, les réacteurs de recherche et les génératrices aux radioisotopes devraient faire l'objet d'améliorations qui permettront d'en généraliser l'usage. On prévoit une extension rapide de l'emploi des radioisotopes dans des domaines autres que la médecine. On verra augmenter le nombre des satellites, actionnés par l'énergie nucléaire, visant à améliorer nos moyens de communications et notre connaissance de l'environnement terrestre. Il est également possible qu'au cours de cette période les explosions nucléaires souterraines soient utilisées pour la récupération in situ du gaz naturel et d'autres ressources précieuses. Bien que des "percées" puissent être réalisées dans ces domaines et dans d'autres, l'augmentation rapide de la demande mondiale d'énergie qui est prévue et le fait que l'atome pourra répondre à cette demande, me poussent à croire que la production d'électricité demeurera l'application de loin la plus importante de l'énergie atomique.

La demande d'énergie et son taux d'expansion prévu dépendent d'un grand nombre de variables. Environ 25% de l'énergie que les Etats-Unis consomment aujourd'hui est fournie aux utilisateurs sous forme d'électricité dont environ 3% provient de sources nucléaires. Sur la quantité totale d'énergie utilisée aux Etats-Unis, le pétrole fournit environ 44%, le gaz naturel 33%, le charbon 18%, l'énergie hydraulique 4% et la fission nucléaire environ 3/4 de 1%. Le reste provient de sources diverses: combustion du bois, énergie éolienne, énergie solaire, énergie marémotrice, énergie géothermique et travail animal et humain.

A mesure que la consommation d'énergie a augmenté au cours des dernières années, les Etats-Unis ont été amenés à faire de plus en plus appel aux importations, notamment de pétrole et de gaz naturel. Ces importations sont contrebalancées, dans une certaine mesure, par les exportations de charbon et les services d'enrichissement de l'uranium. Néanmoins, le déficit net est maintenant de plus de 2 milliards de dollars par an et augmente rapidement. C'est pourquoi le désir d'éviter de faire inutilement davantage appel aux combustibles importés aura une grande influence sur le choix de nos sources d'énergie pour les années à venir.

Laser spécial utilisé à Oak Ridge dans un programme très particulier de recherche sur les problèmes de la pollution atmosphérique ... USAEC

Il est possible que l'utilisation de l'énergie soit restreinte par une tendance croissante de l'opinion nationale à considérer que nous devons désormais choisir des solutions avec lesquelles les effets nuisibles sur la santé publique, la sécurité publique et l'environnement, soient réduits au minimum. A mon avis, l'énergie d'origine nucléaire pourra satisfaire à ces conditions — de manière plus satisfaisante que la plupart des combustibles fossiles. Il s'ensuit que le développement de la production d'énergie d'origine nucléaire sera conditionné par cette tendance.

Les coûts comparés des différents combustibles sont manifestement un facteur important. D'après les prévisions, le coût des combustibles fossiles classiques augmentera sensiblement, tandis que celui des combustibles nucléaires aura moins tendance à augmenter. Lorsque les compagnies d'électricité des Etats-Unis ont étudié ces coûts au cours des dernières années, elles se sont tournées de plus en plus vers l'énergie d'origine nucléaire. En extrapolant à partir des tendances actuelles et des facteurs qui viennent d'être indiqués, on peut prévoir que la demande d'électricité aux Etats-Unis augmentera d'un facteur d'au moins trois au cours des deux prochaines décennies et que la proportion de l'électricité fournie par l'énergie nucléaire atteindra 50%, ce qui représenterait un accroissement considérable de la production nucléoélectrique.

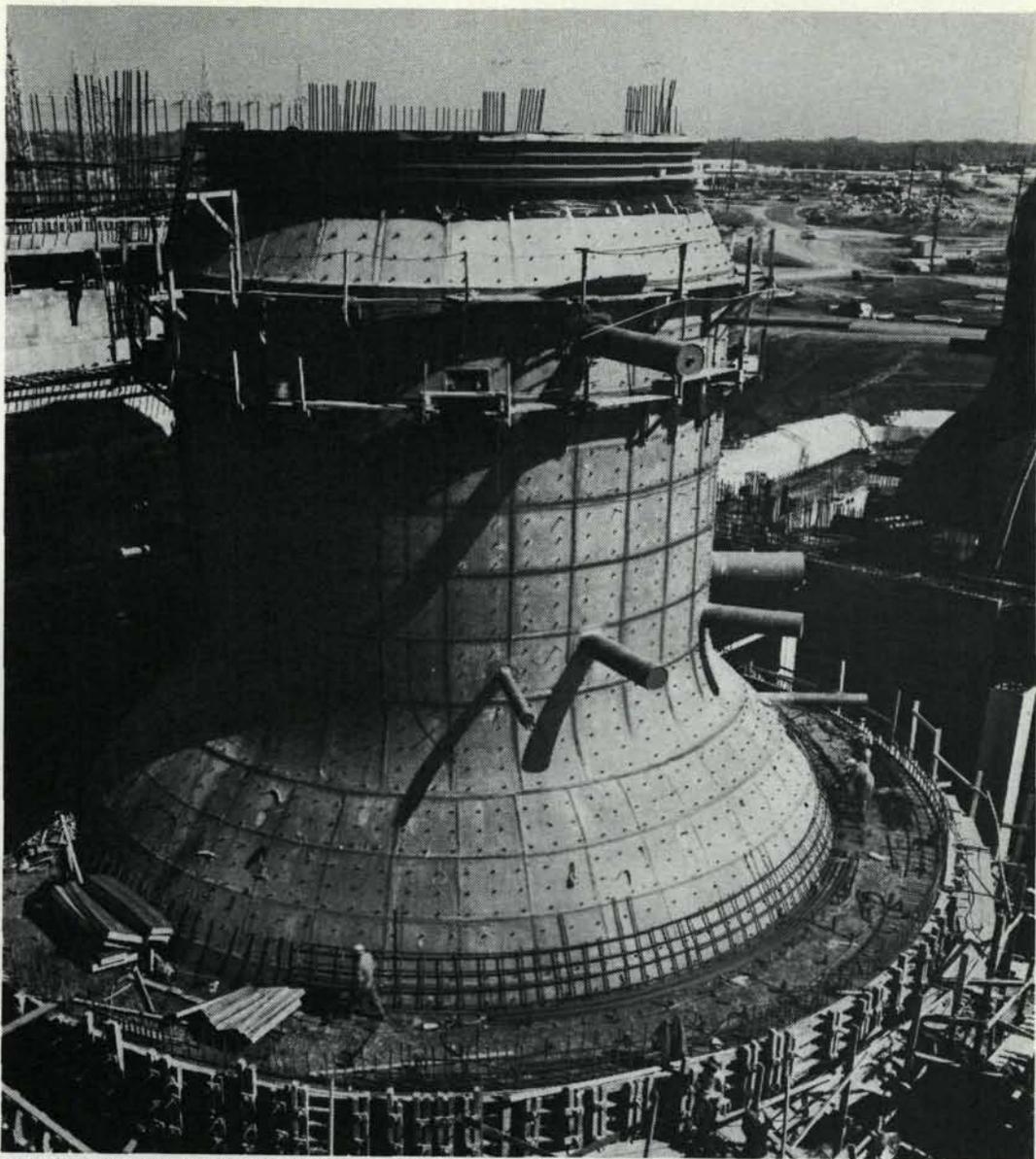
Avant d'accepter ces projections, il faut cependant examiner certaines des hypothèses sur lesquelles elles se fondent. L'une d'elles est que la demande d'énergie continuera à augmenter comme elle l'a fait récemment. La deuxième est que de nouvelles sources importantes d'énergie n'interviendront pas sur le marché au cours des 20 prochaines années. Nous ne pouvons pas conclure avec certitude que l'une ou l'autre de ces hypothèses demeurera valable.

Pour ce qui est de la demande totale d'énergie, les spécialistes de l'environnement, et d'autres aussi, ont posé une question importante: Avons-nous vraiment besoin des grandes quantités d'énergie que nous consommons et est-il inévitable que notre consommation continue à augmenter au rythme actuel? Les Etats-Unis viennent de se pencher sur cette question pour l'étudier en détail.

D'après les premières réponses, nécessairement de caractère provisoire, il semble qu'il serait possible et même souhaitable de prendre certaines mesures pour conserver l'énergie et pour réduire le rythme de sa production. Des efforts visant par exemple à améliorer l'isolement thermique des bâtiments et le rendement de l'énergie dans le transport des personnes et marchandises, et des mesures qui auraient pour objet d'encourager la conservation de l'énergie dans l'industrie pourraient avoir des effets cumulatifs importants d'ici 1992. Mais même si ces efforts devaient aboutir, nous devrions tenir compte du fait que le progrès économique, notamment chez les américains qui ne jouissent pas encore pleinement des bienfaits de notre économie, aura constamment pour effet d'accroître la demande totale d'énergie. De plus, nous consommerons probablement des quantités accrues d'électricité pour les transports en commun et pour nos programmes d'assainissement. Ainsi, nous ne devrions pas nous attendre à des résultats substantiels à brève échéance et nous ne pourrions tout au plus que ralentir le rythme de l'accroissement de la consommation d'énergie.

La deuxième hypothèse, qui a trait aux principales sources d'énergie, est fonction du progrès de la recherche et des études et de la politique du gouvernement en matière d'énergie. Depuis un an et demi, le gouvernement et les compagnies d'électricité des Etats-Unis ont donné une forte impulsion aux études et réalisations dans le domaine de l'énergétique non nucléaire. Nous avons également commencé à réorienter notre politique énergétique de manière à encourager la production nationale de pétrole et de gaz. Je crois que ces tendances s'accroîtront. Je ne serais pas surpris que l'effort total des Etats-Unis consacré à ces études et réalisations au cours des 20 prochaines années ne se révèle extrêmement important.

On constate qu'il faut toujours beaucoup de temps pour que des technologies nouvelles soient adoptées dans la pratique par les producteurs d'énergie. Mais si la recherche et les



Vue du chantier de Browns Ferry, où le premier réacteur de puissance proposé dans la gamme des 1000 mégawatts électriques est en construction pour la Tennessee Valley Authority. Cette centrale est située à proximité du barrage de Wheeler sur la Tennessee, en Alabama

changements de politique aboutissent, il est possible que des progrès importants soient réalisés sur le marché de l'énergie avant 1992. Permettez-moi de mentionner quelques-unes de ces possibilités:

- Conversion de nos abondantes ressources de charbon en gaz désoufré qui serait destiné à des centrales thermiques non polluantes et au chauffage domestique, ou en combustibles liquides destinés aux moyens de transports.
- Mise au point de méthodes nouvelles ou améliorées d'extraction de combustibles à partir des réserves importantes de pétrole, d'huile de schistes et de gaz naturel, en ayant recours notamment aux explosions nucléaires pour favoriser la récupération.
- Divers moyens d'utiliser l'énergie géothermique, solaire et même marémotrice.

En outre, 20 années de progrès des techniques de conversion, de stockage et de transmission de l'énergie apporteront peut-être des modifications importantes dans les rapports entre toutes les sources d'énergie.

Néanmoins, il est évident que l'énergie nucléaire a atteint son stade actuel de développement à cause des investissements importants que nous avons faits au cours de vingt-cinq dernières années. Les commandes actuelles d'équipement nucléoélectrique auront pour effet de décupler la production de cette forme d'énergie au cours des années 1970. Je suis convaincu que ce mouvement se poursuivra au cours des années 1980. Un développement considérable de l'énergie d'origine nucléaire d'ici 1992 semble inévitable. Il s'ensuit que nous devons passer aux travaux nécessaires pour que ce résultat puisse être atteint.

Examinons donc quels sont les efforts à déployer dans le domaine de la production d'énergie par fission et par fusion.

PROCEDE PAR FISSION

Aux Etats-Unis, les contrats passés aujourd'hui portent sur environ 150 centrales d'une puissance totale d'environ 130 000 000 de kilowatts électriques. Lorsque toutes ces centrales seront en service, vers 1980, cette puissance sera égale à environ 35% de notre puissance électrique totale actuelle. 95% des réacteurs commandés sont à eau légère — 62% à eau sous pression et 33% à eau bouillante. Les 5% restants sont des réacteurs à haute température refroidis par un gaz. Au cours de cette période de développement rapide nous donnerons une grande importance aux efforts visant à atteindre des niveaux plus élevés de normalisation en vue d'améliorer la sécurité, la fiabilité et la rentabilité. La normalisation réduira également la durée des examens préalables à la délivrance de permis d'exploitation, assurera l'efficacité du travail et réduira les problèmes d'entretien.

Entre-temps, l'amélioration des techniques de rejet de chaleur, par exemple celle du refroidissement à sec, aidera à réduire les problèmes de la contamination de l'environnement; de plus, il est possible que l'on adopte des méthodes permettant d'utiliser la chaleur rejetée, par exemple en agriculture et en pisciculture, et pour des applications urbaines et industrielles. Au cours de cette même période, on peut s'attendre que les progrès constants de la recherche biologique permettront de mieux comprendre les effets de la production d'énergie sur l'homme et son environnement. Grâce à ces connaissances accrues, nous serons mieux en mesure de prendre des décisions rationnelles en vue d'une utilisation plus rationnelle de toutes les sources d'énergie.

Ensuite, la principale étape dans le développement est celle du réacteur surgénérateur, qui permettra d'utiliser au maximum les combustibles à fission.

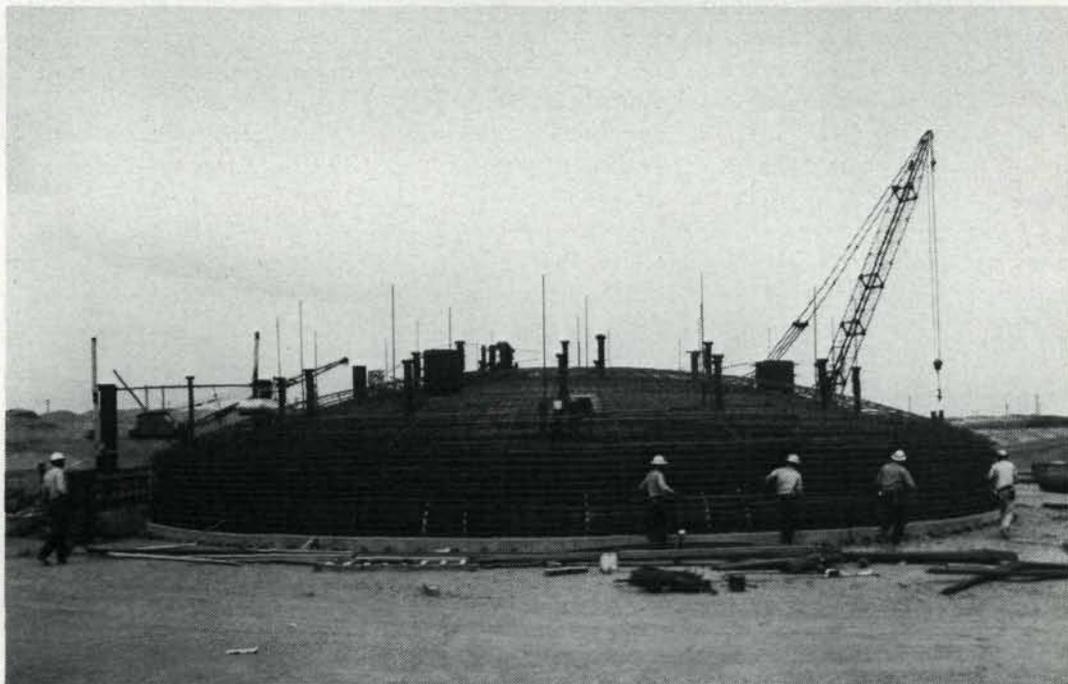
Les conséquences pratiques du processus de surgénération sont en fait surprenantes. Même au cas extrêmement improbable où le minerais d'uranium atteindrait un prix de 500 dollars la livre, le coût de l'uranium d'un réacteur surgénérateur serait moins de 0,1 cent par kWh. Il existe suffisamment de ressources d'uranium à 500 dollars la livre dans les schistes, les granites et même l'eau de mer pour nous alimenter en énergie électrique pendant des milliers d'années. Il est également intéressant de constater que d'ici l'an 2000 l'uranium qui aura été appauvri en ^{235}U dans les installations de diffusion gazeuse pourra alimenter 1000 surgénérateurs de 1000 mégawatts pendant plus de 500 ans.

Dans le message sur la politique énergétique qu'il a adressé au Congrès des Etats-Unis en juin 1971, le Président Nixon a assigné une priorité absolue au programme de surgénérateurs. Le Congrès a répondu à cet appel en ouvrant les crédits nécessaires et les compagnies d'électricité, en particulier la Tennessee Valley Authority et la Commonwealth Edison Company, ont entrepris de construire, en coopération avec la Commission de l'énergie



Déchets de faible contamination radioactive chargés dans un conteneur pour être ensuite enfouis dans une fosse, à l'usine de Hanford de la Commission de l'énergie atomique. L'aspersion d'eau froide à éviter l'entraînement de contamination par le vent ... Battelle-Northwest

L'armature d'acier, avant la coulée du béton, de la partie supérieure du réservoir de 4000 m³ destiné à recevoir des déchets radioactifs à l'usine de Hanford. Une fois terminés les réservoirs de ce genre sont recouverts d'une épaisse couche de terre ... Battelle-Northwest



atomique, un réacteur surgénérateur rapide à métal liquide. Cet intérêt pour les réacteurs surgénérateurs correspond à la politique suivie par toutes les autres grandes nations industrielles.

Le premier réacteur surgénérateur rapide à métal liquide — une installation de démonstration d'environ 400 mégawatts électriques — sera mis en service vers 1980 près d'Oak Ridge, Tennessee.

Le Président des Etats-Unis a fait savoir qu'il était en faveur de la construction d'un deuxième réacteur de modèle perfectionné qui pourrait avoir une puissance supérieure. Il est possible que ce réacteur soit commandé d'ici 1975. L'emploi du surgénérateur pourrait se généraliser vers la fin des années 1980. Ainsi, d'ici à 1992, nous devrions nous attendre à voir le surgénérateur s'imposer sur le marché.

Vers 1992, le choix du site de centrales sera probablement planifié à l'échelon régional et peut-être national, assurant que les centrales de tous les types seront placées là où leurs effets sur l'environnement pourront être réduits au minimum. En outre, nous verrons peut-être donner la préférence à des parcs nucléaires où la fabrication du combustible nucléaire, le traitement chimique et le stockage des déchets se feront tous à peu près au même endroit.

A mesure que l'énergie nucléaire prendra plus d'importance comme source d'électricité, le volume des déchets radioactifs de haute activité augmentera. D'ici 20 ans, on parviendra à isoler de manière permanente les déchets radioactifs de haute activité de l'environnement humain. On s'efforce essentiellement de mettre rapidement au point le stockage artificiel en surface, les travaux de construction devant commencer à la fin des années 1970. D'ici 1990, nous prévoyons que les déchets radioactifs de forte activité seront isolés de manière à ne présenter aucun danger, ni dans ces installations de stockage artificiel en surface, ni dans d'autres réservoirs plus compliqués.

PROCEDE PAR FUSION

La production d'énergie par fusion présentera plusieurs avantages qui continuent à encourager les chercheurs du monde entier à s'efforcer de résoudre le problème de la réaction thermo-nucléaire contrôlée. Le combustible est presque illimité et, partant, très peu coûteux. Les produits de combustion ne seraient pas rejetés dans l'atmosphère. Les réacteurs à fusion seraient essentiellement sûrs. Le problème de la radioactivité serait sensiblement réduit, et il serait possible d'obtenir des rendements thermiques élevés.

En raison des progrès réalisés au cours des dernières années et de l'excellente coopération internationale dans ce domaine, les chercheurs américains sont de plus en plus convaincus que l'on démontrera d'ici au début des années 1980, la possibilité scientifique d'obtenir de l'énergie par la fusion, soit par la méthode du confinement magnétique, soit par celle du laser. Ceci sera probablement suivi par une période de mise au point de réacteurs de puissance expérimentaux. D'ici 1992, il est possible que nous puissions avoir une idée de la rentabilité de cette forme d'énergie, mais il est douteux que la fusion permette d'obtenir de l'énergie électrique concurrentielle au cours de ce siècle.

D'ici à 1992, les options offertes par l'énergie atomique devraient offrir des solutions constructives, dans la lutte que l'homme mène constamment pour faire face à la demande mondiale d'énergie et je pense qu'elles le feront. Nous serons en mesure d'appliquer des techniques nouvelles et d'élaborer des directives nouvelles qui nous permettront d'utiliser beaucoup mieux les ressources disponibles. Nous arriverons, par exemple, à améliorer considérablement le rendement de l'utilisation et de la production d'énergie et à réduire les pertes. Et si au cours des 20 prochaines années les nations du monde adoptent une approche concertée et globale, non seulement pourrions-nous répondre aux besoins mondiaux d'énergie, mais aussi approcher la solution d'un grand nombre des problèmes énergétiques et écologiques du monde d'aujourd'hui.

REVUE DES LIVRES

LA COLLECTION "ARC-EN-CIEL"

Le 6 septembre 1972, un an exactement après l'ouverture à Genève de la Quatrième Conférence internationale sur l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques, la Division des publications de l'AIEA fait paraître le dernier des quatorze volumes principaux des Actes de la Conférence.

Les 514 mémoires donnent une image de ce qu'est de nos jours l'énergie atomique dans le monde et contiennent des indications sur la manière dont elle va se développer à l'avenir.

En tant que source d'énergie et de nombreux autres avantages l'énergie atomique est maintenant tout à fait admise. Désormais ce sont les questions suivantes que l'on se pose: «Comment aider le mieux l'humanité? Quelles techniques et méthodes seront le plus efficaces?»

Tous les mémoires portant sur un même sujet ou sur des questions apparentées ont été réunis autant que possible dans un même volume. Ainsi, tous les mémoires intéressant directement l'environnement se trouvent dans le volume 11, mais le sujet est d'une telle importance et l'énergie nucléaire offre de tels avantages par rapport aux autres sources d'énergie, qu'il n'y a rien d'étonnant que beaucoup de mémoires contenus dans les autres volumes portent également sur l'environnement et la pollution.

Autre tendance à noter: la somme de travail consacrée actuellement aux applications médicales et aux innovations en matière de diagnostic et de thérapie. Une partie des Actes qui retient également l'attention est celle qui rend compte des travaux fort importants qui sont faits dans diverses régions du monde en vue d'augmenter le rendement des cultures et d'autres productions agricoles au moyen de programmes tels que l'amélioration des plantes par mutations et la destruction des insectes. Dans toute une série d'applications, l'énergie nucléaire n'est plus une intéressante nouveauté mais un moyen efficace dans la lutte menée dans le monde pour l'amélioration des niveaux de vie.

Les Actes de la Conférence, qui comprennent les mémoires et les comptes rendus des discussions, donnent un tableau détaillé de la situation dans son ensemble, qu'il s'agisse des complexes agro-industriels ou de la production d'éléments artificiels plus lourds que l'uranium, des explosions nucléaires à des fins pacifiques ou des navires nucléaires, des réacteurs à fission ou de la recherche sur la fusion.

Est-ce pour évoquer l'universalité du sujet que les couvertures des livres disposés en bon ordre reproduisent toutes les couleurs du spectre? De toute manière, cet arc-en-ciel, si insolite soit-il, est aisément reconnaissable sur les rayons d'une bibliothèque.

Ces volumes dont les dimensions sont celles du format normal et pratique de l'Agence et dont le texte est présenté de façon très claire et agrémenté de centaines d'illustrations, représentent pour toute bibliothèque une acquisition à la fois précieuse et agréable à l'œil.