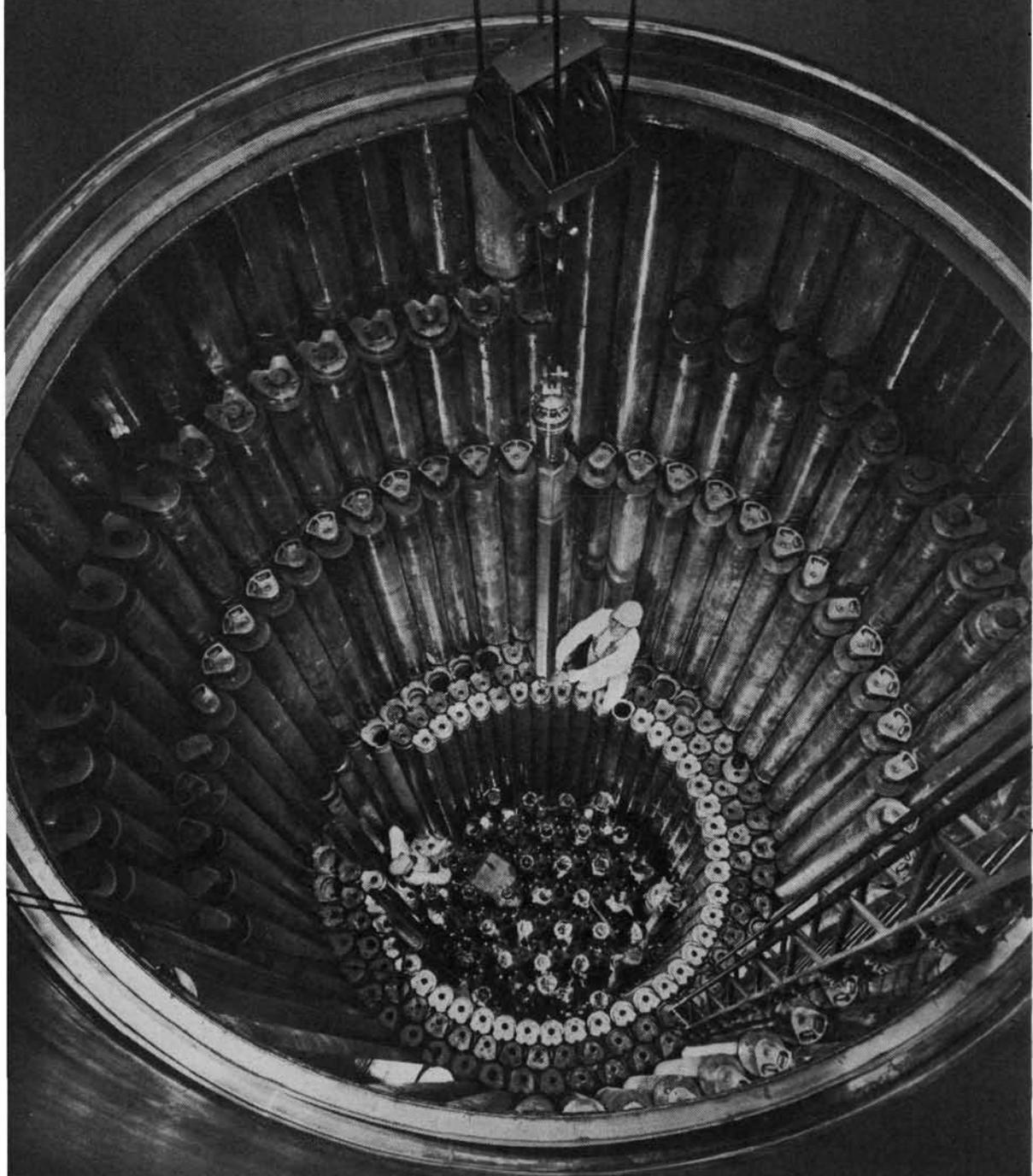


# ROYAUME-UNI



# L'ENERGIE NUCLEOELECTRIQUE EN GRANDE-BRETAGNE

par Sir John Hill

De nos jours, le public comprend de mieux en mieux qu'il est indispensable de disposer d'une source d'énergie bon marché, propre et régulière pour assurer une croissance économique régulière et contrôlée et se ménager les ressources nécessaires à la lutte contre la pollution. Je suis convaincu que la production d'électricité à partir de l'énergie d'origine nucléaire constitue la meilleure formule pour atteindre cet objectif. J'espère le démontrer en examinant non seulement l'évolution probable de l'industrie nucléaire au cours des vingt prochaines années, mais aussi les leçons à tirer de l'abondante expérience acquise par le Royaume-Uni dans le domaine nucléaire.

Le Royaume-Uni s'est en effet très tôt intéressé à l'utilisation de l'atome pour produire de l'énergie. Les premières découvertes dans ce domaine ont été faites, pour un bon nombre, à l'Université de Cambridge. Au cours de la deuxième guerre mondiale, les savants britanniques ont travaillé en étroite collaboration avec leurs collègues américains et canadiens et, immédiatement après la guerre, le Gouvernement britannique a élaboré un programme d'énergie atomique au Royaume-Uni. Les premiers réacteurs anglais, GLEEP et BEPO, ont été construits à Harwell, et le réacteur GLEEP a été mis en service il y a 25 ans, le 1er août 1947 exactement. La possibilité d'utiliser la chaleur dégagée par un réacteur nucléaire au lieu de recourir à la chaudière dans une centrale électrique classique a été réalisée également à cette époque et, à une conférence tenue à Harwell en septembre 1950, le principe a été reconnu réalisable et une équipe chargée de cette étude a été constituée. Il y a près de 20 ans que le Gouvernement britannique a autorisé la construction à Calder Hall d'un réacteur à deux fins, c'est-à-dire produisant de l'énergie et du plutonium. Le réacteur, le premier d'une série de huit du même modèle, dont tous sont encore en service, a été le premier vrai réacteur nucléaire produisant de l'énergie et le premier à alimenter en énergie (environ 35 MW) le réseau national le 17 octobre 1956.

Il y a plus de dix ans que la première d'une série de centrales nucléaires, s'inspirant des plans et du fonctionnement de Calder Hall, est entrée en service. Ce programme de centrales nucléaires Magnox, détaillé dans les documents du Gouvernement en 1955 et en 1960, s'est terminé par la mise en service de la centrale de 1180 MW(e) à Wylfa en 1971, ce qui portait la puissance installée de neuf centrales nucléaires à quelque 5000 MW(e). Un deuxième programme d'énergie d'origine nucléaire, lancé en 1964, prévoyait la construction de cinq centrales perfectionnées comprenant chacune deux réacteurs refroidis par un gaz, totalisant une puissance installée supplémentaire de 6200 MW(e): les cinq centrales devraient être terminées en 1976.

## L'avenir

En considérant les vingt prochaines années, quelles leçons pouvons-nous tirer de notre expérience des vingt dernières? La première serait peut-être de ne pas surestimer la rapidité des progrès sur le plan industriel. De nombreux problèmes ne se font jour qu'au bout d'un certain temps et certains d'entre eux sont encore plus longs à résoudre. L'idée de recourir à quatre ou cinq bureaux d'étude et constructeurs distincts dans un pays de la taille du Royaume-Uni était sans aucun doute malheureuse. Il en est résulté un trop grand nombre de modèles, des troubles de croissance de l'industrie nucléaire et plus de délais de construction et d'augmentations de coûts qu'il n'était nécessaire.

Réacteur rapide prototype de Dounreay Caithness (Ecosse);  
mise en place d'une maquette de sous-assemblage de combustible dans la cuve.

En revanche, le fonctionnement et la fiabilité de ces centrales ont été très satisfaisants et, malgré certaines défaillances, notre programme nucléoélectrique, lancé très tôt, a donné d'excellents résultats. Les centrales Magnox sont faciles à exploiter, sans danger et très sûres — ce que confirment les facteurs de charge élevés. Le facteur de disponibilité élevé se reflète dans les coûts de production. Les statistiques relatives à la production d'électricité en 1971, publiées les premiers mois de cette année, montrent que des centrales nucléaires sont à la première et à la deuxième place dans le tableau des coûts de production peu élevés. Toutes les centrales Magnox ont des coûts de production de base comparables à ceux des centrales au charbon actuelles, éloignées des mines de charbon.

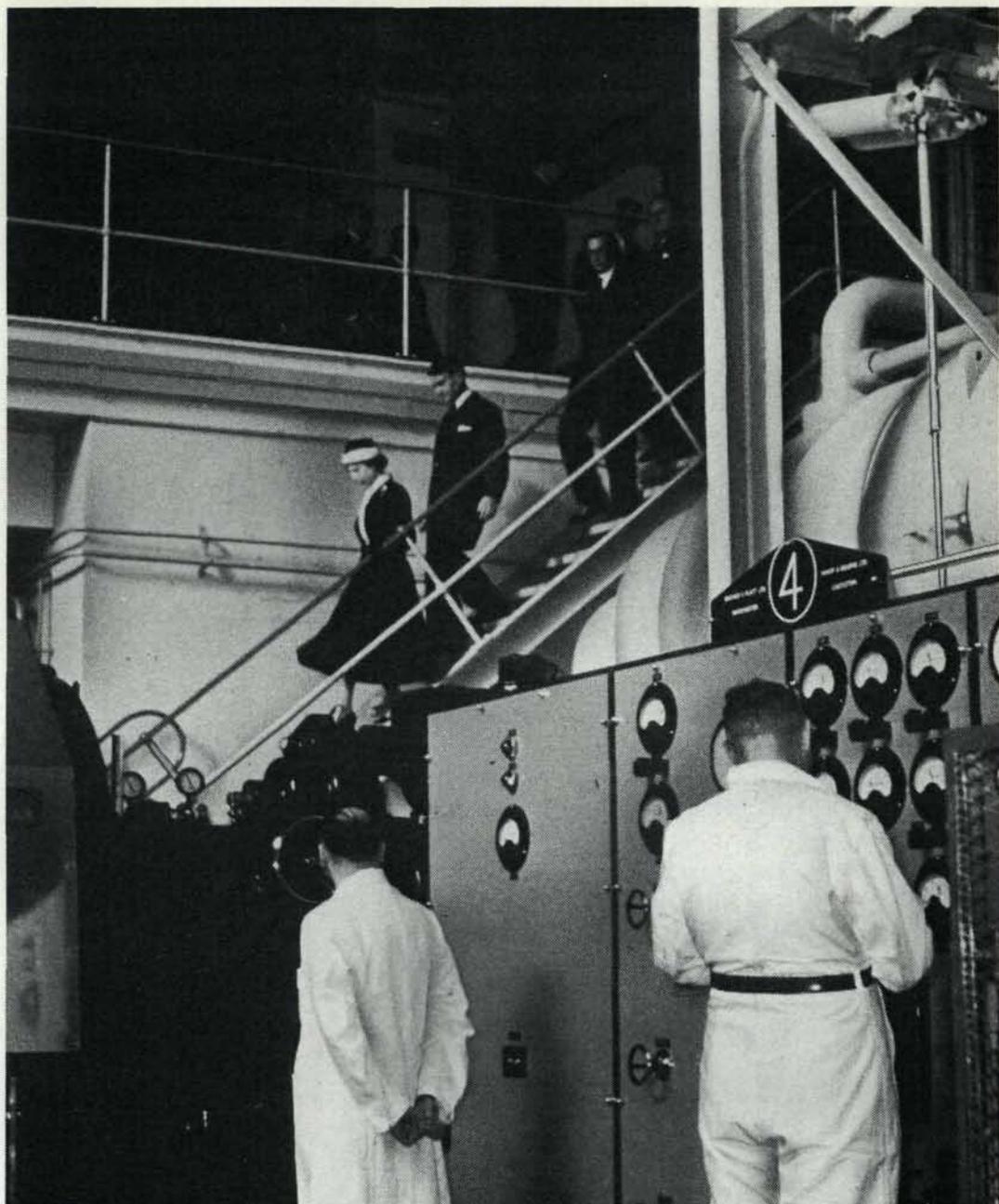
Les réacteurs perfectionnés refroidis par un gaz qui sont actuellement en construction ont, comme la plupart des grandes centrales du monde, des retards dans la construction mais, grâce à leurs températures plus élevées et à leur combustible amélioré, ils soutiennent, comme on l'avait escompté, pour ce qui est des coûts de production, la concurrence des centrales à combustible fossile les plus modernes.

L'industrie de la construction des réacteurs au Royaume-Uni a incontestablement souffert de sa dispersion et de la répartition inégale de la charge entre les sociétés en raison de l'irrégularité du programme de commande des réacteurs. L'industrie du combustible nucléaire a également été gênée par les fluctuations de la demande mais à un degré bien moindre, en raison du besoin croissant d'un combustible de remplacement et des mesures prises en faveur du commerce extérieur et de la collaboration internationale. Les services du combustible nucléaire, qui dépendaient autrefois du Groupe de production de l'Atomic Energy Authority et relèvent maintenant de l'entreprise British Nuclear Fuels Limited, ont atteint un chiffre d'affaire annuel de 55 millions de livres avec un bénéfice commercial de 7,5 millions de livres en 1971/72; par ailleurs, la vaste expérience acquise au cours de ces années et la modernisation poussée des usines de fabrication ouvrent de bonnes perspectives.

Comme nous l'a enseigné notre expérience, les prévisions de la demande d'électricité pour une période aussi longue que 20 ans est toujours une tâche difficile et incertaine, tout particulièrement à une époque où la progression de la consommation d'électricité au Royaume-Uni est anormalement basse. Cependant, tout porte à croire que cette progression retrouvera le moment venu le rythme atteint dans le passé. D'ailleurs, il est à prévoir que la consommation d'électricité au Royaume-Uni ira jusqu'à tripler au cours des vingt prochaines années. Pour satisfaire à une telle demande, il faudra un accroissement correspondant de la capacité totale de production qui s'élève actuellement à 62 milliards.

La plus grande partie de l'électricité au Royaume-Uni provient actuellement de centrales à combustible fossile mais les centrales nucléaires comptent maintenant pour plus de 10% dans la production totale. Ce pourcentage doit changer radicalement au cours des vingt années à venir, la demande croissante d'énergie exerçant des pressions sur les ressources mondiales de pétrole et de gaz économiquement exploitables. Les progrès déjà réalisés ou escomptés dans le domaine nucléaire font de cette source d'énergie le moyen le plus économique de satisfaire au gros de la demande mondiale d'électricité qui ne cesse de croître. Il semble tout à fait possible, par exemple, que la situation économique, vers 1980, soit telle que la capacité de production commandée au Royaume-Uni soit aux deux tiers, voire aux trois quarts, d'origine nucléaire. Cela étant, et si la croissance de la demande d'électricité revient à un niveau plus normal, on peut compter, dans 20 ans, sur une puissance installée totale de quelque 80 milliards, plus ou moins égale à celle des centrales à combustible fossile également en service à ce moment-là.

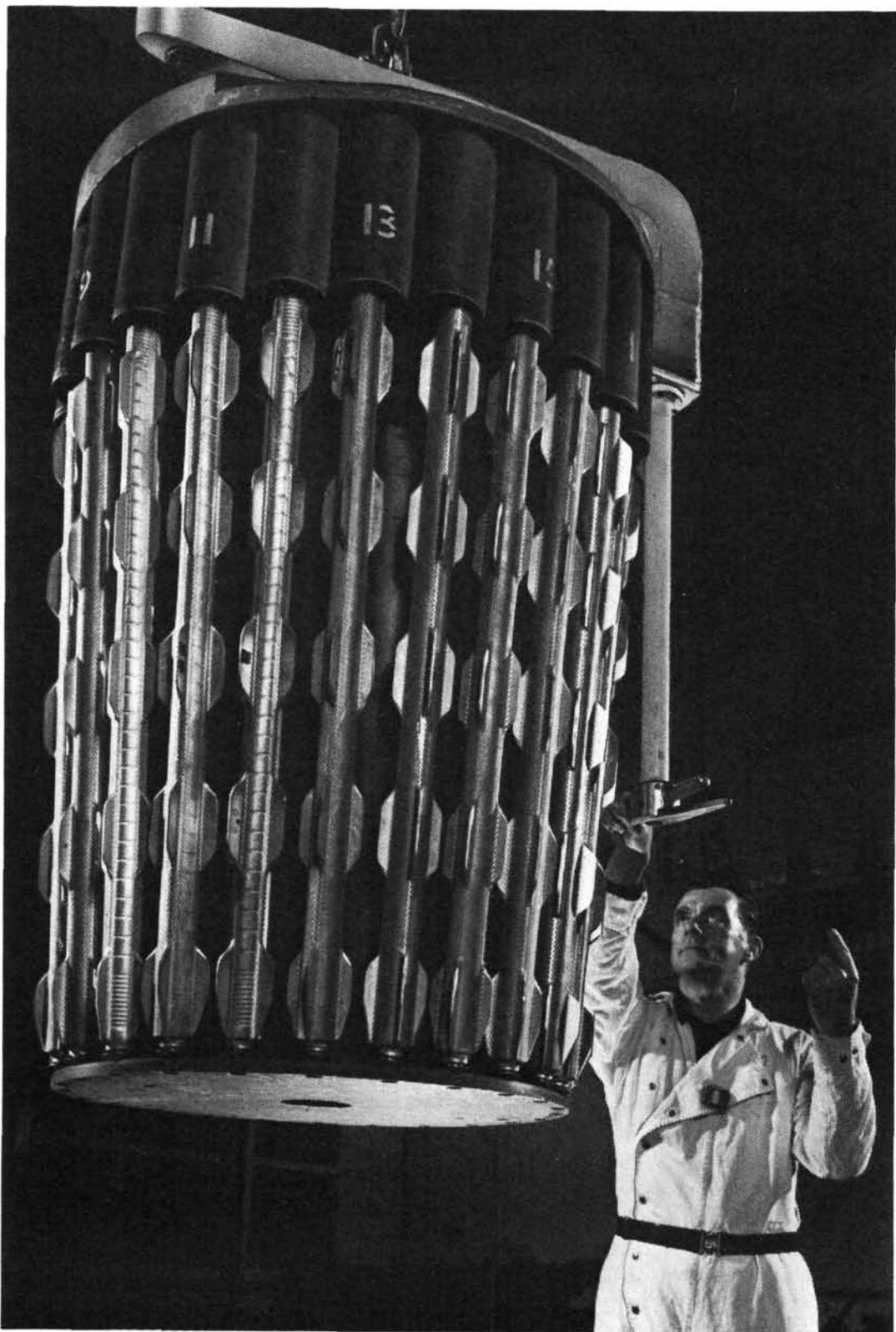
En considérant cette perspective à long terme, l'attention se concentre, au Royaume-Uni comme ailleurs, sur le réacteur surgénérateur à neutrons rapides refroidi au sodium. Il ne faut pas pour autant nier l'intérêt qu'il y a à court terme à prendre les décisions qui s'imposent en ce qui concerne l'étude et l'installation de réacteurs thermiques. C'est là un sujet auquel



Inauguration de la première grande centrale nucléaire du monde à Calder Hall par Sa Majesté la Reine Elisabeth d'Angleterre, le 17 octobre 1956.

le Royaume-Uni attache actuellement une importance particulière, car il lui faut prendre des décisions compatibles avec ses objectifs à long terme, à savoir: La collaboration internationale et mise en service prochaine du réacteur surgénérateur à neutrons rapides.

Une étude est en cours sur les améliorations que l'on pourrait apporter au réacteur refroidi par un gaz en vue d'évaluer les perspectives de perfectionnement de cette filière. Le réacteur à haute température apparaît également comme un élément nouveau dans la gamme



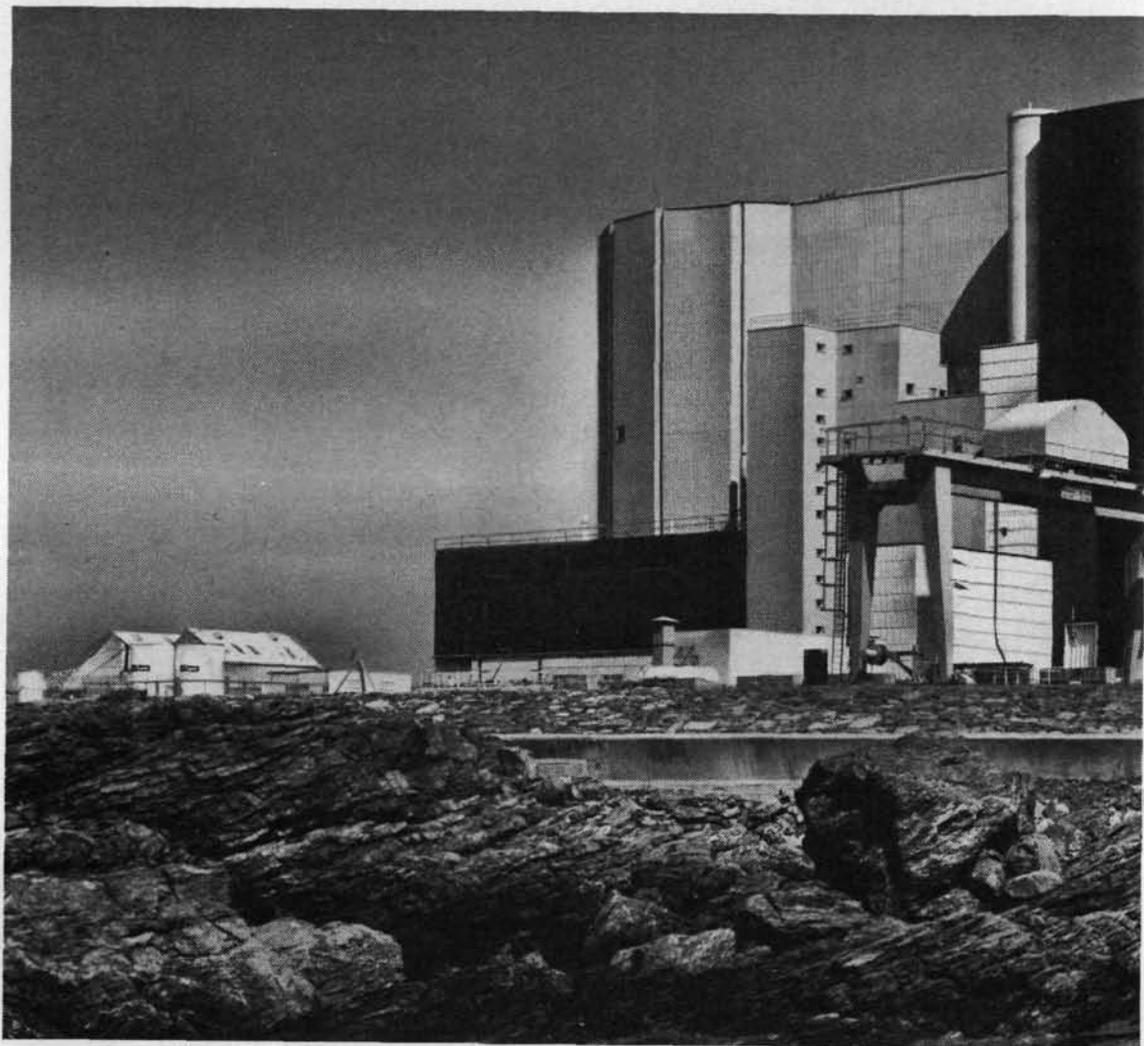
Chargement d'éléments combustibles du type en chevrons à Calder Hall.

des réacteurs refroidis par un gaz. Le réacteur international «Dragon», à Winfrith, a permis d'acquérir une expérience utile dans ce domaine et les possibilités d'une collaboration internationale font l'objet d'un examen plus poussé. Nous étudions également divers types de réacteurs à eau, tant les réacteurs à eau bouillante que ceux à eau sous pression, ainsi que la variante à tube de force du réacteur à eau bouillante - le réacteur à eau lourde produisant de la vapeur. Notre prototype de 100 MW(e) à Winfrith a donné d'excellents résultats au cours des quatre dernières années et se prête particulièrement bien à de nombreux usages. Il est donc difficile de prévoir la nature exacte des progrès qui seront réalisés au cours des quelques prochaines années.

## Réacteur à neutrons rapides

Revenons au réacteur à neutrons rapides car c'est cette filière qui a les meilleures chances de jouer le premier rôle à longue échéance. L'intérêt que nous lui portons date de longtemps. Il y a en effet une vingtaine d'années que le premier réacteur à neutrons rapides de puissance zéro a été construit à Harwell. Il s'agit du réacteur ZEPHYR, alimenté au plutonium, qui a démontré que la surgénération était possible et que le système ouvrait des perspectives. Peu après la construction du réacteur ZEPHYR, il a été décidé de construire un réacteur expérimental à neutrons rapides à Dounreay, au nord de l'Ecosse. Ce réacteur à neutrons rapides, le premier réacteur de ce type au monde à fournir de l'électricité à l'usage du public, a été mis en service en novembre 1959 et est exploité à sa pleine puissance nominale de 60 MW(e) depuis 1963. Il permet de se familiariser avec le fonctionnement d'un réacteur à neutrons rapides refroidi par un métal liquide et constitue un précieux moyen d'essai des matériaux et avant tout du combustible. Au cours de ses dix ans de service, environ un millier d'essais nucléaires ont été effectués, dont un certain nombre pour le compte de clients étrangers, et la production d'électricité a dépassé 430 millions de kWh. Les résultats obtenus à Dounreay ont été très encourageants et, en 1966, également à Dounreay, les premiers travaux concernant le prototype à neutrons rapides ont commencé. Le projet est très avancé et les essais de réception auront lieu dans les premiers mois de 1973. En prévoyant suffisamment de temps pour les essais et la mise en service du modèle, nous comptons que le Central Electricity Generating Board sera en mesure de passer en 1976 sa première commande pour un grand réacteur industriel à neutrons rapides, probablement de 1300 MW(e), qui sera achevé en 1980-81. Le combustible pour le réacteur prototype à neutrons rapides est actuellement fabriqué par la société B. N. F. L. à Windscale, si bien que cette société a une véritable expérience de la préparation de la fabrication du combustible contenant du plutonium.

Si l'on compare le rythme auquel le Royaume-Uni exploite le réacteur refroidi par un gaz à des fins de production industrielle d'électricité, le rythme auquel le réacteur à neutrons rapides est utilisé peut paraître lent car les décisions portant sur la construction de Calder Hall et du premier réacteur expérimental à neutrons rapides de Dounreay ont été prises à près d'une année de distance. A vrai dire, cette différence est due à la différence des techniques appliquées comme à l'adoption d'une méthode plus systématique que nous avons mise au point depuis lors. Cependant, en dépit des précautions beaucoup plus nombreuses dont nous nous entourons, les résultats encourageants de notre programme de développement du réacteur à neutrons rapides ont convaincu le Gouvernement, la compagnie nationale d'électricité ainsi que nous-mêmes à l'Atomic Energy Authority, de la nécessité de mettre au point le réacteur à neutrons rapides aussi vite que possible de manière qu'il assure à l'avenir la charge de base globale du pays. Il se peut que, vers 1985, les réacteurs à neutrons rapides constituent la majeure partie des commandes de centrales nucléaires; d'autre part d'ici vingt ans, ce réacteur devrait contribuer, pour une part importante, à satisfaire à la demande d'électricité au Royaume-Uni. Sur le plan mondial, le programme de réacteurs à neutrons rapides permettra

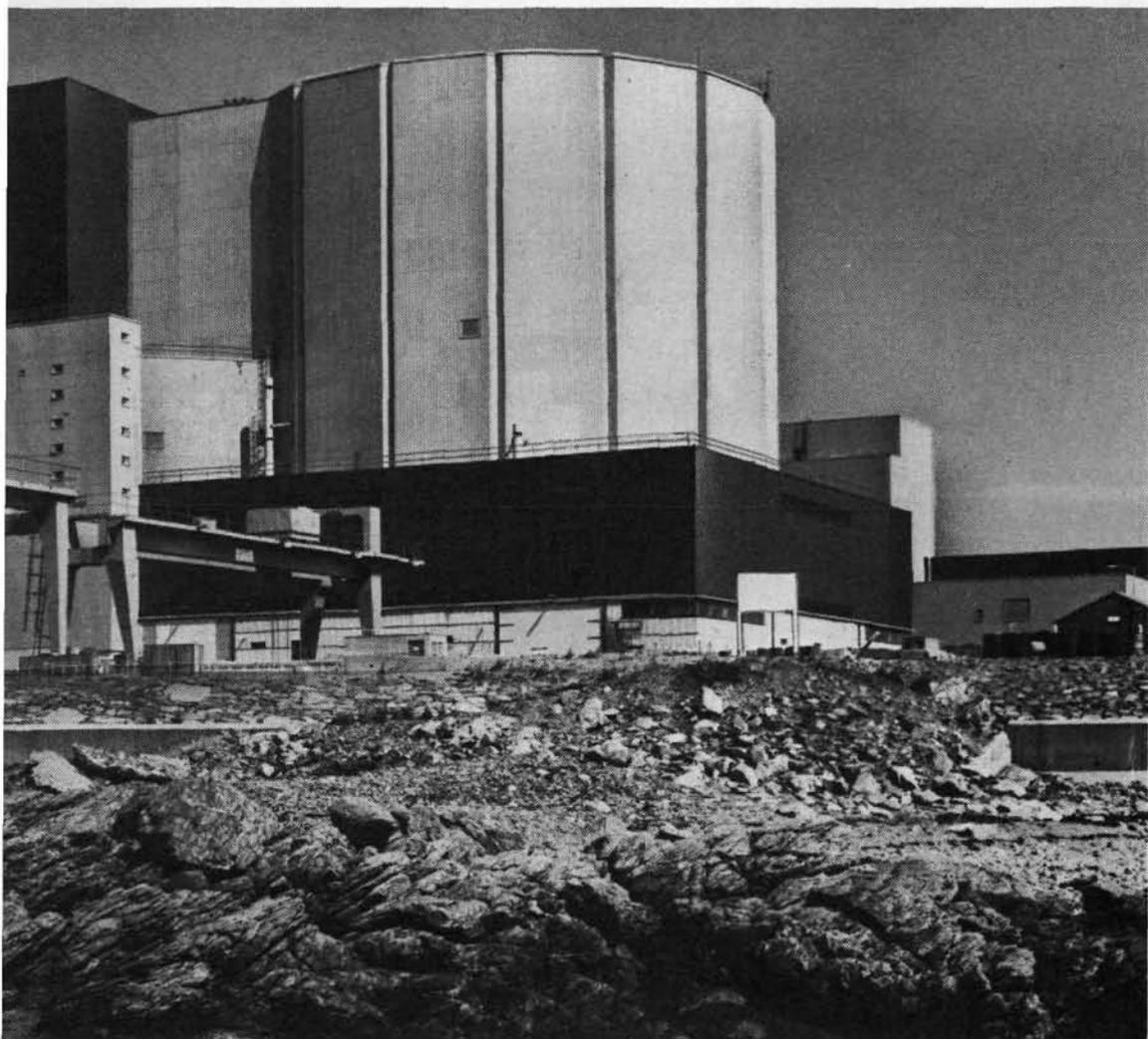


La centrale nucléaire de Wylfa à Anglesey, dans le Nord du pays de Galles, construite par la

d'une certaine manière de moins puiser dans les réserves d'uranium et libérera la production d'électricité de sa dépendance à l'égard des combustibles fossiles.

## Fusion

Il faut encore examiner une autre source d'énergie d'origine nucléaire: la fusion. Dans ce domaine, on en est encore, bien entendu, à l'évaluation des problèmes scientifiques et techniques, bien que tous les chercheurs soient convaincus qu'il sera possible un jour de construire un réacteur à fusion contrôlée. Les progrès réalisés dans la fusion au cours de la dernière décennie sont dus en grande partie à la coopération internationale et il est des plus souhaitables que cette collaboration se poursuive à l'avenir. L'introduction de la fusion dans la production commerciale et industrielle sera très onéreuse. Toutefois, si l'on parvient à unir les efforts, comme on vient de la souligner, et à s'assurer un appui financier suffisant, on peut raisonnablement supposer que, dans une vingtaine d'années, on pourra établir les plans d'un réacteur prototype de fusion produisant de l'énergie. On sera amené, à un certain moment, à construire de grands réacteurs



British Nuclear Design and Construction Ltd.

de fusion constituant une source d'énergie fondée sur les réserves vraisemblablement très vastes de combustibles sous forme de deutérium et de lithium.

Toutefois, pour revenir au sujet plus immédiat du processus de la fission, l'élimination des déchets radioactifs va exiger de grands efforts si l'on songe au nombre de centrales nucléaires en construction et à l'étude. Des déchets liquides de haute activité ont été stockés au Royaume-Uni et ailleurs, en toute sécurité, pendant plus de 15 ans, et un certain nombre de procédés sont à l'étude pour résoudre le problème à long terme. Il s'agirait notamment du recyclage, de la réduction du volume et, plus particulièrement, de la solidification des déchets, pour en faciliter la manipulation et ramener au minimum les risques de rejets accidentels dans l'environnement. Pour ce qui est des autres risques, on consacre déjà la plus grande attention aux normes de sécurité.

En conclusion, l'énergie d'origine nucléaire en 1990 devra être non seulement bon marché, mais propre. Elle fournira les grandes quantités d'énergie nécessaires, sans danger pour l'environnement. Ce moment viendra lorsque les combustibles fossiles, notamment le pétrole et le gaz, se feront de plus en plus rares et onéreux.