

# PROMESSES DE L'ÉNERGIE D'ORIGINE NUCLEAIRE POUR 1972—1992

par Hans Hilger-Haunschild

Secrétaire d'Etat, Ministère fédéral de l'enseignement et de la science, Bonn

Il y a trente ans, il a été prouvé que l'énergie libérée au cours de la fission nucléaire peut être exploitée suivant un processus continu et contrôlable. Il a fallu toutefois de nombreuses années de recherche et d'étude intensive avant que les centrales nucléaires puissent être exploitées industriellement, et ce n'est que récemment que l'énergie d'origine nucléaire est devenue véritablement concurrentielle en présence des autres sources d'énergie.

Les fondements de l'utilisation de l'énergie nucléaire en Allemagne ont été posés en 1938 avec la découverte de la fission nucléaire par Otto Hahn. Les études nucléaires n'ont pu véritablement commencer en République fédérale d'Allemagne qu'en 1955. Il fallait d'abord rattrapper l'avance considérable prise par d'autres nations industrialisées, où la technologie et les études nucléaires s'étaient développés rapidement, en partie pour des raisons militaires. On y est parvenu en fondant le programme sur une base très large comportant la recherche fondamentale, et en se concentrant opportunément sur des filières particulièrement intéressantes.

Dans la République fédérale d'Allemagne, toutes les activités nucléaires ont été et sont exclusivement destinées à des fins pacifiques. La figure 1 indique le montant des dépenses publiques consacrées aux études nucléaires.

## Situation actuelle

Le nombre des centrales nucléaires, en construction et en projet, dans la République fédérale d'Allemagne témoigne de ce qui a été réalisé jusqu'à présent. A l'heure actuelle, les centrales nucléaires en service ont une production totale d'environ 2000 MW(e), et les centrales en construction totalisent une puissance de 10 000 MW(e).

Les premières commandes de l'étranger démontrent que l'industrie nucléaire allemande est devenue concurrentielle — des sociétés d'Allemagne de l'Ouest construisent actuellement des centrales à Atucha (Argentine), Borssele (Pays-Bas) et Zwentendorf (Autriche).

En République fédérale, près de 25 000 personnes en tout se consacrent aux travaux de recherche et de génie nucléaires. Sur ce nombre, 11 000 environ sont attachées à des centres d'études nucléaires subventionnées par l'Etat et 14 000 environ sont employées par des entreprises industrielles.

Au cours des années à venir, la consommation d'énergie, en particulier d'énergie électrique, augmentera dans de fortes proportions. Comme dans d'autres pays industrialisés comparables, la consommation d'énergie primaire en République fédérale doublera en 15 ans si elle continue d'augmenter au rythme actuel, tandis que la consommation d'énergie électrique doublera en l'espace de 10 ans. (Cette tendance apparaît sur la figure 2.)

Nous prévoyons donc que la puissance nucléaire installée augmentera rapidement au cours des 20 prochaines années. Comme le montre la figure 3, les centrales nucléaires totaliseront une puissance d'environ 100 000 MW(e) et représenteront probablement près de la moitié de la puissance installée totale de la République fédérale d'Allemagne en 1990.

Les activités promotionnelles dans le domaine des études nucléaires en République fédérale portent sur les secteurs suivants: étude de réacteurs, cycle du combustible, sécurité et radioprotection, radioisotopes et rayonnements, et recherche nucléaire fondamentale.

Le quatrième programme nucléaire allemand pour la période 1973-1976, dont le projet a été récemment publié, prévoit que les dépenses publiques pour l'énergie nucléaire s'élèveront à un total d'environ 6,5 milliards de DM.

Vue de la centrale nucléaire de Biblis à travers la porte du réacteur

## Etude de réacteurs

Dans le domaine des projets de réacteurs, en République fédérale d'Allemagne, à la suite de la commercialisation du réacteur à eau légère, les études et réalisations portent essentiellement sur deux filières de réacteurs avancés: le réacteur à haute température et le réacteur surgénérateur rapide refroidi au sodium. L'un et l'autre devraient permettre de grands progrès par rapport aux types de réacteur actuels.

Les réacteurs à haute température permettront des améliorations de la rentabilité et une alimentation assurée, car ils utilisent l'uranium avec un meilleur rendement et emploieront le thorium pour la surgénération. En particulier, les réacteurs à haute température auront sur l'environnement des incidences bien moindres que les réacteurs actuels. En raison de leur température plus élevée, ils se prêtent également à un refroidissement à sec dans des conditions économiques. En raison du passage possible à des centrales équipées d'une turbine à l'hélium sur le circuit de refroidissement primaire, ces réacteurs offrent des possibilités techniques particulièrement intéressantes. Leur meilleur rendement réduirait considérablement la quantité de chaleur rejetée dans l'environnement.

En République fédérale d'Allemagne, le réacteur à lit de boulets est une réalisation entièrement allemande. L'expérience acquise avec le réacteur expérimental AVR de 15 MW(e) de Juliers a abouti à la décision de construire un prototype de 300 MW(e). Le THTR 300 est actuellement en construction à Schmehausen, dans la Ruhr, et devrait être achevé en 1977. Pour accélérer l'entrée des réacteurs à haute température sur le marché, on envisage de construire une centrale à réacteur à haute température de 1000 MW(e) avec des éléments combustibles quadrangulaires.

On a entrepris cette année l'étude d'un projet de réacteur à haute température équipé d'une turbine à hélium, afin de tirer pleinement parti des avantages offerts par ce type de réacteur. Ce projet devrait aussi aboutir à la construction d'une centrale prototype de 300 MW(e).

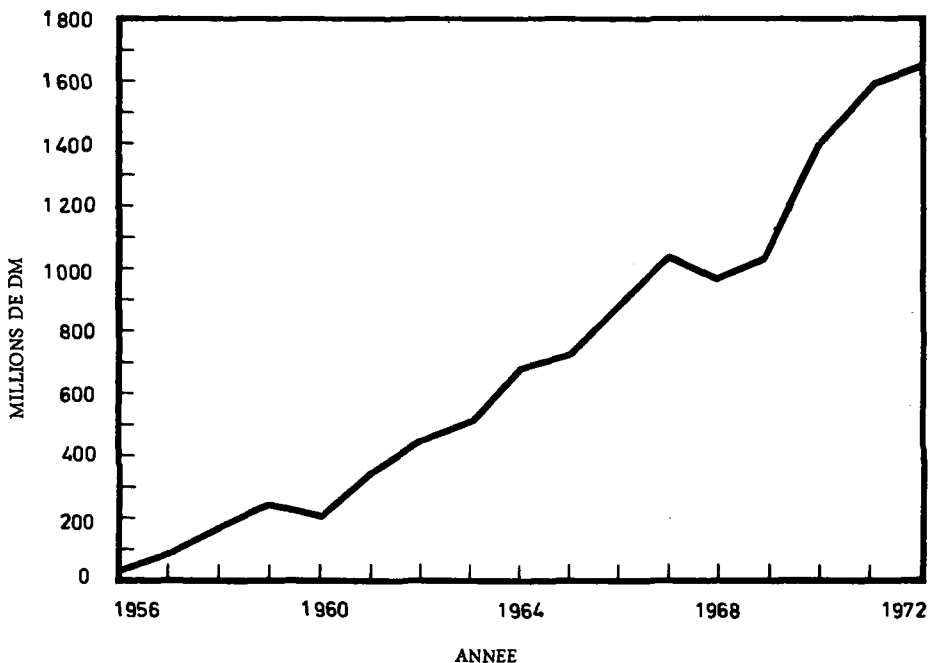


FIGURE 1. DEPENSES PUBLIQUES POUR LES ETUDES NUCLEAIRES DANS LA REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE

Un autre domaine d'application intéressant pour les réacteurs à haute température est la production de chaleur industrielle et notamment la conversion de sources fossiles d'énergie primaire en sources d'énergie «propre» comme le méthane ou l'hydrogène. Ceci est particulièrement important lorsque l'énergie thermique doit être consommée directement, par exemple pour le transport et de nombreux procédés industriels.

Si l'on peut espérer que les réacteurs à haute température pourront se substituer, du point de vue technique et commercial, aux réacteurs à eau légère dans un proche avenir, il est improbable que le réacteur surgénérateur rapide contribue à la production d'électricité avant 1990. Toutefois, étant donné qu'ils permettent d'utiliser le plutonium produit dans les réacteurs à eau légère, les réacteurs surgénérateurs rapides pourraient combler une lacune qui risquerait de se produire dans vingt ans dans l'alimentation en électricité si on utilise exclusivement des réacteurs à eau légère. Pour cette raison, en République fédérale d'Allemagne comme dans de nombreux autres pays très industrialisés, de grands efforts sont consacrés au réacteur surgénérateur à neutrons rapides.

Ces efforts se concentrent sur la construction d'une centrale nucléaire prototype de 300 MW(e) à réacteur surgénérateur rapide refroidi au sodium (SNR 300). Les travaux de construction de cette centrale à Kaltar, sur le cours inférieur du Rhin, doivent commencer au printemps de 1973. On pense que la construction sera achevée en 1979.

La République fédérale d'Allemagne exécute le projet SNR 300 conjointement avec la Belgique et les Pays-Bas. Autrement dit, ce ne sont pas seulement les recherches et les études préparatoires ainsi que la construction qui sont exécutées conjointement par les trois pays; le contrat est accordé par une association de trois compagnies nationales d'électricité à un groupe de fabricants belges, néerlandais et allemands. Cette coopération internationale à l'échelon des gouvernements, des entreprises industrielles et des centres de recherche est un aspect particulièrement intéressant de cet important projet.

Etant donné le stade de développement atteint par les réacteurs avancés et leurs possibilités d'application, il est évident que les réacteurs à eau légère continueront à influencer sur le marché des centrales nucléaires au cours des 20 prochaines années. C'est pourquoi les entreprises industrielles et commerciales attachent une grande importance au perfectionnement des réacteurs à eau légère. Les réacteurs à eau lourde pourront également jouer un grand rôle dans l'avenir, notamment pour les pays ayant de grands gisements d'uranium.

## **Navires nucléaires**

La propulsion nucléaire des navires est considérée avec un intérêt particulier dans la République fédérale d'Allemagne. Le navire marchand «Otto Hahn» a couvert 250 000 milles marins depuis octobre 1968 et a démontré son excellente tenue en mer. La deuxième cœur du réacteur, de type avancé, est en cours d'installation. Il devra permettre d'obtenir d'autres données au cours d'une deuxième phase opérationnelle pour les grands réacteurs marins à eau sous pression.

Franchissant une nouvelle étape dans la voie de l'application commerciale de la propulsion nucléaire des navires, un groupe de travail germano-japonais a établi en 1971 et 1972 une étude conjointe sur un caisson pour un réacteur qui développera une puissance de 80 000 chevaux sur l'arbre. Cette étude a montré que la propulsion nucléaire peut être particulièrement économique pour les navires de gros tonnage et rapides. Au cours des prochaines années, des plans seront établis en vue de la construction d'un caisson de réacteur de ce type.

## **Cycle du combustible**

Il est indispensable que le cycle du combustible soit parfaitement au point si l'on veut qu'une part importante de l'énergie soit fournie sous forme d'énergie d'origine nucléaire.

C'est pourquoi nos plans de développement s'étendent à toutes les phases du cycle du combustible.

Du fait de l'insuffisance des gisements d'uranium nationaux, on encourage les projets de prospection et la participation à l'exploitation de gisements à l'étranger.

Les projets concernant l'enrichissement de l'uranium ont une grande importance. On s'efforce essentiellement de mettre au point le procédé d'ultracentrifugation en phase gazeuse. Des installations expérimentales sont actuellement en construction à Almelo et Capenhurst, sur la base d'un accord de coopération avec les Pays-Bas et le Royaume-Uni; la construction d'une installation prototype commune doit commencer en 1973. L'expérience ainsi acquise permettra d'établir une comparaison avec le procédé par diffusion et le procédé par tuyère. On poursuivra aussi l'étude d'autres techniques.

Ce n'est qu'après un examen attentif de toutes les possibilités existantes, d'un point de vue strictement économique, qu'on choisira le procédé qui sera utilisé dans une grande usine européenne. Cette décision devra être prise en 1977 au plus tard. Considérant l'évolution qui s'est faite à ce jour, nous avons la conviction que la décision finale sera en faveur de la méthode de centrifugation en phase gazeuse, notamment parce que celle-ci consomme une plus faible quantité d'énergie.

D'autres aspects du cycle du combustible, par exemple le traitement du combustible irradié, font l'objet d'une attention toute particulière. L'installation de retraitement de Karlsruhe est utilisée pour la recherche et la mise au point dans ce domaine. Le recyclage du plutonium comme combustible dans les réacteurs à eau légère et le traitement des déchets de forte activité sont aussi au nombre des questions étudiées.

Le contrôle de la circulation des produits fissiles a une grande importance dans tous les domaines du cycle du combustible, car il vise à assurer l'utilisation exclusivement pacifique de l'énergie nucléaire. En République fédérale d'Allemagne, des systèmes efficaces et pratiques sont actuellement mis au point et font l'objet d'essais. L'accord type de l'Agence sur les garanties dans le cadre du Traité sur la non-prolifération et l'Accord de vérification avec l'EURATOM, amènent les organisations internationales à jouer un rôle important dans la mise au point et l'application des mesures de garanties.

## **L'environnement**

Préserver un environnement sain malgré l'augmentation constante de la consommation d'énergie est un des grands problèmes des vingt prochaines années.

L'énergie nucléaire peut contribuer de manière importante à le résoudre. Certes, les centrales nucléaires actuelles alimentées par un réacteur à eau légère rejettent une plus grande quantité de chaleur résiduelle dans l'environnement que les centrales alimentées par du combustible fossile. En revanche, elles contribuent moins à la pollution de l'air que ces dernières qui rejettent dans l'atmosphère de l'oxyde de carbone, des anhydrides de soufre et des oxydes nitriques.

De plus, les réacteurs de pointe, surtout les réacteurs à haute température devraient avoir un meilleur rendement et, de ce fait, rejeter une moins grande quantité d'énergie thermique dans l'environnement. Toutefois, les avantages que présentent les centrales nucléaires du point de vue de l'environnement doivent être jugés compte tenu de tous les risques liés au contenu radioactif des installations.

Il convient donc d'attacher une grande importance à l'efficacité des mesures de sécurité et de protection, et à leur amélioration constante. C'est pourquoi en République fédérale d'Allemagne la fonction de contrôle exercée par l'Etat est de plus en plus renforcée, par rapport à sa fonction de promotion de la technologie nucléaire. Au moyen d'un programme de recherche sur la sécurité, il faut améliorer davantage le contrôle des incidents qui pourraient





Ce chantier de construction près de Biblis sur le Rhin ressemble à un immense amphithéâtre.  
Il fait partie de la plus grande centrale nucléaire d'Europe.

se produire pendant l'exploitation du réacteur et celui des influences extérieures qui pourraient s'exercer sur les centrales nucléaires. Il faut améliorer sans cesse les mesures de radioprotection, en particulier celles qui visent à retenir les produits de fission radioactifs dans le réacteur. Nous nous efforçons de limiter encore davantage toute radioactivité supplémentaire à laquelle la population pourrait être exposée à mesure que les applications de l'énergie

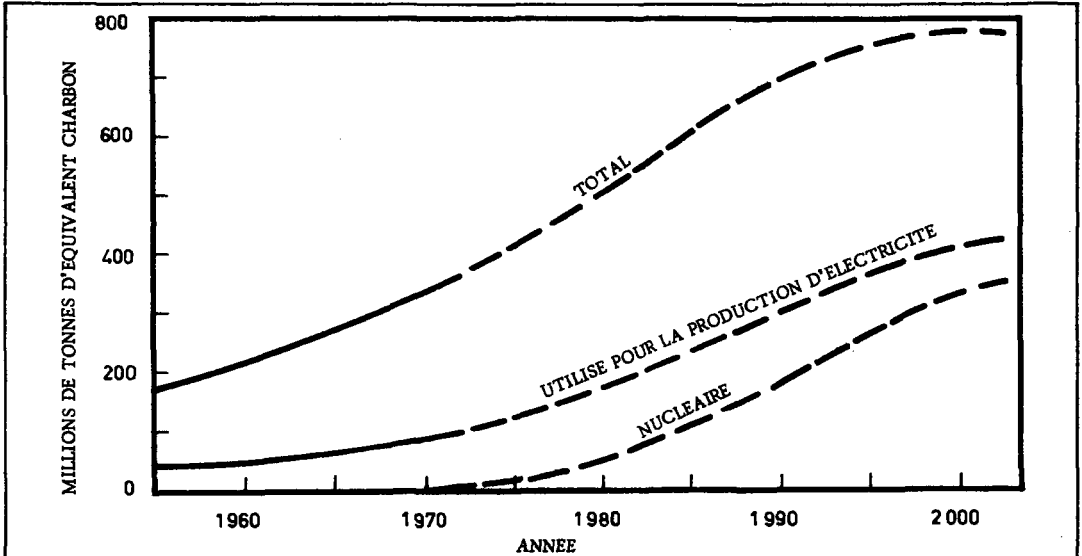


FIGURE 2. CONSOMMATION D'ENERGIE PRIMAIRE DANS LA REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE

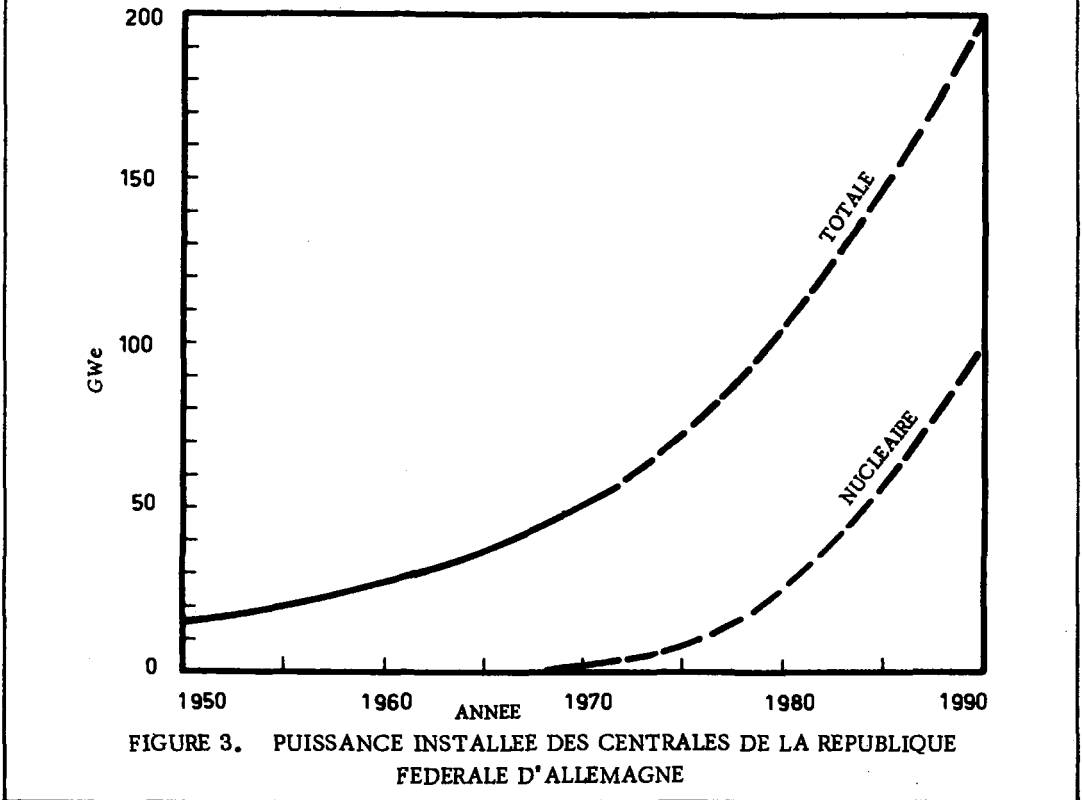


FIGURE 3. PUISSANCE INSTALLEE DES CENTRALES DE LA REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE

nucléaire s'étendent, bien que cette radioactivité soit d'ores et déjà considérée comme inoffensive.

Le stockage définitif des déchets radioactifs fait actuellement l'objet d'essais dans le cadre d'une grande opération exécutée dans la mine de sel désaffectée d'Asse II.

## **Coopération internationale**

Etant donné que les grandes nations industrialisées du monde ont réalisé des progrès technologiques parallèles et que la poursuite du développement nucléaire exige des fonds importants, la coopération internationale joue un rôle de plus en plus grand. C'est pourquoi le Gouvernement de la République fédérale poursuit une politique visant l'exécution de projets de développement communs, notamment dans un cadre européen. Le réacteur surgénérateur rapide SNR 300, qui doit être construit en collaboration avec la Belgique et les Pays-Bas, et la mise au point de la méthode de centrifugation en phase gazeuse avec les Pays-Bas et le Royaume-Uni sont d'excellents exemples de cette politique.

L'assistance technique aux pays en voie de développement est l'un des domaines les plus importants qui s'ouvrent à la coopération internationale. L'Agence a une tâche particulière à remplir dans ce domaine.

Au cours des vingt prochaines années l'énergie d'origine nucléaire aidera à combler le déficit énergétique de nombreux pays du tiers-monde. Un groupe de l'Agence qui doit étudier les besoins de ces pays comprend plusieurs experts allemands. Dans le cadre de cette étude, on s'efforce de déterminer quel type de réacteur mis au point en République fédérale d'Allemagne et quels sites répondraient le mieux à la demande des pays en voie de développement et s'adapteraient le mieux à leur structure. En particulier, des études doivent être faites sur les applications particulières des petits réacteurs, par exemple pour la production de chaleur industrielle ou le dessalement de l'eau de mer.

Outre la formation d'experts, le développement et l'application des techniques nucléaires qui pourraient servir à résoudre les problèmes du tiers-monde font l'objet d'une grande attention. Les techniques radioisotopiques et l'irradiation sont susceptibles d'application dans les pays en voie de développement. Elles peuvent être utilisées pour la production alimentaire, l'exploitation des matières premières, la lutte contre les parasites et en médecine. Ces méthodes ont le grand avantage de ne pas imposer de charges excessives à l'infrastructure des pays. De plus, elles permettent aux pays en voie de développement de devenir des partenaires à part entière des pays industrialisés à l'aide de réalisations qui leur sont propres dans certains de ces domaines.

Le Gouvernement de la République fédérale est décidé à intensifier la coopération bilatérale et multilatérale avec les pays en voie de développement au cours des années à venir, dans le cadre de l'Agence notamment. L'importance qu'il attache à ces tâches ressort du fait que, dans le projet du quatrième programme nucléaire 1973 - 1976 un chapitre distinct est consacré pour la première fois à la coopération avec les pays en voie de développement.

---

Les objectifs concrets de l'assistance technique et les mesures de sécurité, ainsi que la participation générale au programme d'approvisionnement à long terme en énergie au moyen de l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire à l'échelle mondiale, y compris la protection contre les risques qu'elle comporte, augmenteront de plus en plus l'importance de l'AIEA au cours des années à venir. Le Gouvernement de la République fédérale continuera donc à aider l'Agence en priorité.

Les perspectives de l'énergie nucléaire au cours des vingt prochaines années sont extrêmement variées. Les tâches à accomplir pour résoudre les problèmes de l'avenir sont tout aussi variées. Lorsque ces tâches auront été reconnues dans le monde entier, nous pourrons envisager les vingt prochaines années avec confiance.

# CINEMATHEQUE DE L'IAEA

## SERVICE DE PRÊT

La Cinémathèque de l'IAEA a reçu, au cours des deux derniers mois, quatre nouveaux films qui sont venus s'ajouter à sa riche collection.

Pendant l'année, la Cinémathèque a fait plus d'un millier d'envois de films pour des projections organisées à des fins pédagogiques, non commerciales et non lucratives.

La Cinémathèque, qui se trouve au Siège de l'Agence, possède 800 copies de films, en plusieurs langues, que l'on peut commander d'après un catalogue qui paraît une fois par an.

Les films qui ont été les plus demandés en 1972 sont: Basic Principles of Power Reactors (IAEA-150), Principles of Thermal, Fast and Breeder Reactors (IAEA-235), Le défi de l'atome (IAEA-403), "A" is for Atom (IAEA-466), Extinction de l'incendie d'un puits de gaz naturel par une explosion nucléaire (IAEA-508) et Creusement de lacs artificiels par des explosions nucléaires souterraines (IAEA-509).

Vous trouverez ci-après les notices sur les nouveaux films, qui ne paraîtront que dans le catalogue de 1973:

### IAEA-552 YOUR PLACE IN THE NUCLEAR AGE

E. U., en anglais, 26 minutes, en couleurs, 1969

Ce film vise à donner à l'étudiant une idée du milieu de travail dans lequel il évoluera s'il choisit une carrière d'atomiste. Les possibilités d'emploi comprennent notamment la recherche pure et appliquée dans l'industrie nucléaire, dans l'enseignement supérieur et dans les laboratoires de la Commission de l'énergie atomique confiés à des entreprises privées.

### IAEA-553 SPIRES/BALLOTS REPORT

E. U., en anglais, 15 minutes, en couleurs, 1970

Ce film non technique explique comment les ordinateurs sont utilisés pour limiter la masse toujours plus volumineuse de la documentation et l'augmentation croissante des coûts du traitement manuel. Le programme SPIRES (Stanford Public Information Retrieval System) et le programme BALLOTS (Bibliographic Automation of Large Library Operations Using a Time-Sharing System) sont importants car ils annoncent une révolution dans l'utilisation des bibliothèques.

### IAEA-554 A SUPERCONDUCTING MAGNET FOR FUSION RESEARCH

E. U., en anglais, 22 minutes, en couleurs, 1971

Cette bande expose le principe général de l'appareil expérimental d'injection d'un faisceau de neutres Baseball II et décrit le bobinage et les installations de l'aimant supraconducteur de 13 tonnes ainsi que l'essai initial du nouveau matériel de recherche sur la fusion, mis en place au Lawrence Livermore Laboratory de l'Université de Californie. Cet énorme aimant refroidi à l'hélium liquide fonctionne à de très basses températures et peut contenir des gaz denses dont la température atteint 300 000 000 degrés centigrades.



IAEA-555    TRANSPORTATION OF RADIOACTIVE MATERIALS  
PART II. ACCIDENTS

E. U., en anglais, 34½ minutes, en noir et blanc, 1965

A l'aide de nombreux diagrammes, illustrations, emballages réels, etc., on étudie les accidents qui peuvent se produire en cours de transport de matières radioactives. Seul un faible pourcentage des envois de matières radioactives présente un vrai danger en cas d'accident. Sont examinés notamment les problèmes liés aux aérosols radioactifs produits dans un accident, les risques courus, la contamination radioactive, les précautions à prendre et les possibilités d'assistance radiologique.

Lorsque les films peuvent être expédiés par les missions des pays demandeurs, il n'y a pas de frais de port et de manutention. Dans tous les autres cas, le service perçoit une somme de 10 dollars par film pour frais de port et de manutention. Les frais de réexpédition, obligatoirement par fret aérien, sont à la charge de l'emprunteur.

On peut obtenir le catalogue et les films en s'adressant à:

CINEMATHEQUE  
AGENCE INTERNATIONALE DE L'ENERGIE ATOMIQUE  
KÄRNTNERING 11,  
BOITE POSTALE 590  
A-1011 VIENNE, AUTRICHE

