

Exposition internationale sur l'utilisation pacifique de l'énergie atomique

GENEVE, 8-20 AOUT 1955

Compte rendu par INICHAR

Une Conférence internationale sur l'utilisation pacifique de l'énergie atomique a eu lieu à Genève, du 8 au 20 août 1955, au Palais des Nations.

Ce fut une manifestation grandiose, réunissant mille délégués appartenant à 72 pays, ainsi que des centaines d'observateurs et de journalistes.

La Conférence était complétée par deux expositions : l'une essentiellement technique et scientifique et qui se tenait dans le Palais des Nations même; cette exposition était en principe destinée aux membres de la Conférence, toutefois, le public y était admis. Une deuxième exposition, ayant plutôt un caractère de vulgarisation, se tenait dans le Palais des Expositions de la Ville de Genève.

En rentrant de vacances, le Directeur d'Inichar a passé un jour à Genève en vue de visiter la première de ces expositions et d'en faire un bref compte rendu dans les Annales des Mines.

* * *

U.S.A.

L'exposition des Etats-Unis est particulièrement importante. On y trouve entre autres :

- 1) une chambre à détente à marche continue, qui n'est qu'une gigantesque chambre de Wilson, fonctionnant à l'alcool méthylique chauffé à 30°. Il est possible d'y observer le passage de rayons cosmiques;
- 2) neuf projets et maquettes de réacteurs, parmi lesquels :
 - a) le réacteur à eau sous pression de shipping-port,
 - b) un réacteur expérimental à eau sous pression,
 - c) un réacteur expérimental homogène, dit n° 2, de Oakridge, caractérisé par son combustible non solide, mais dissous sous forme de solution aqueuse de sulfate d'uranyle fortement enrichi. Les avantages sont, paraît-il, la grande simplicité de construction et la simplicité du traitement chimique,
 - d) un réacteur expérimental au sodium. L'agent réfrigérant est ici le sodium qui reste liquide aux températures mises en œuvre dans la centrale et à la pression atmosphérique. Ce réacteur n'est pas destiné à la production d'électricité; la chaleur est dissipée par échangeur;

3) une série d'accessoires, d'instruments et de maquettes relatifs à l'épuration chimique. On y voit :

a) la séparation de l'uranium du cuivre par extraction dissolvante,

b) la concentration d'uranium par échange d'ions,

c) l'échantillonnage, ainsi que l'analyse à distance de solutions d'uranium et de nitrate de soude. Ces manipulations se passent à l'intérieur d'une cellule isolée où l'on opère au moyen d'un manipulateur de commande à distance. Ce manipulateur est une réalisation mécanique réellement extraordinaire, utilisant uniquement l'effort donné par les mains de l'opérateur, lequel effort est transmis à une distance de plusieurs mètres avec de nombreux renvois de mouvement et pratiquement sans perte. Il est ainsi possible à l'opérateur de faire des manipulations extrêmement délicates, comme prendre une éprouvette, la porter en tous points de l'espace, l'élever, la descendre, la tourner, la remplir, la vider. Cet engin, comme beaucoup d'autres, montre qu'un puissant équipement technologique adapté à l'énergie nucléaire s'est créé en peu de temps aux U.S.A.;

4) des spécimens d'éléments combustibles destinés à alimenter des réacteurs d'énergie expérimentaux et des réacteurs pour recherches scientifiques;

5) de nombreux instruments pour la prospection, le contrôle, etc.;

6) une importante partie biologique et médicale, et notamment :

a) la méthode de traitement d'une tumeur au cerveau par neutrons thermiques,

b) des modèles d'appareils montrant les possibilités d'application à la thérapeutique,

c) des études sur la toxicité des radiations, sur la vie animale et végétale,

d) l'application à la génétique des plantes;

7) l'utilisation des radio-isotopes en matière industrielle et médicale.

La participation américaine comportait enfin un clou constitué par un réacteur atomique en fonctionnement.

Ce réacteur est surprenant par sa simplicité. Il fait partie d'une série de modèles compacts, relati-

vement peu coûteux et aisément adaptables, spécialement prévus pour la recherche, l'enseignement et le laboratoire d'essais.

La construction a commencé en mars 1955 au Laboratoire national d'Oakridge. Le montage en vue des essais a eu lieu à la fin de mai. Les travaux commencèrent vers la même époque à Genève et furent complètement terminés le 17 juin. Transporté des Etats-Unis par avion, le réacteur fut installé en juillet. Une période d'essais a précédé son inauguration officielle le 8 août.

Le noyau actif du réacteur se compose d'uranium enrichi à 20 % d'uranium-235, enfermé dans des « sandwichs » d'aluminium. Le réseau formé par ce combustible nucléaire est immergé dans un bassin ou réservoir profond rempli d'eau (d'où l'expression « réacteur à réservoir ») dans lequel l'eau agit à la fois comme réfrigérant, modérateur et dispositif protecteur arrêtant les radiations émises par le noyau, laissant en outre complètement visible le noyau lui-même ainsi que toute expérience en cours.

Le niveau d'énergie du réacteur est nominale-ment de 10 kW, mais il peut être poussé jusqu'à un maximum de 100 kW.

Le noyau du réacteur est formé par un système compact de 23 éléments combustibles montés sur une grille d'aluminium, elle-même portée par des supports fixés au fond de la cuve. Trois de ces éléments combustibles sont percés de trous où viennent se loger les barres de commande et de sécurité. Une pièce spéciale est prévue pour recevoir une source neutronique destinée à faciliter le contrôle du réacteur dans la phase initiale de mise en marche.

La luminescence bleue accompagnant le fonctionnement du réacteur est produite par l'effet Cerenkov, lequel consiste dans le ralentissement par l'eau de radiations de haute énergie, une partie de l'énergie se trouvant alors rayonnée sous forme de lumière visible.

La charge totale du réacteur en uranium est d'environ 18 kg, sur lesquels 20 %, c'est-à-dire 3,6 kg, sont constitués par de l'uranium-235.

La masse d'eau au sein de laquelle le réacteur est immergé est contenue dans une cuve d'acier d'un diamètre de 3,05 m et d'une profondeur de 6,71 m, les 5,48 m inférieurs se trouvant enterrés dans le sol. Cette cuve contient environ 49 m³ d'eau ordinaire que l'on a préalablement déminéralisée en la faisant passer à travers un échangeur d'ions à multiple effet fournissant une eau de qualité approchant celle de l'eau distillée. Le noyau du réacteur se trouve à une profondeur de 5,02 m, ce qui, au régime de 10 kW, crée une protection suffisante pour réduire l'intensité rayonnée à environ 0,5 milliroentgen/heure, mesurée au niveau de la surface de l'eau, c'est-à-dire à environ un quart de l'intensité rayonnée par un cadran lumineux de montre-bracelet au radium. L'intensité de la radioactivité induite dans l'eau de la cuve reste très faible et toute trace en est éliminée par circulation de la masse d'eau à travers un autre échangeur d'ions.

Trois barres mobiles au carbure de bore commandent la marche du réacteur. Le déplacement de ces

barres s'effectue au moyen de moteurs électriques et le couplage de chaque barre au moteur correspondant est assuré par électro-aimant.

Un dispositif de mise en marche entièrement automatique a été installé, ainsi qu'un servo-mécanisme destiné à maintenir la puissance à un niveau constant.

Des dispositifs électriques servent à indiquer la position des trois barres de commande. L'étendue de ces déplacements est limitée au moyen de contacteurs. La rapidité du retrait des barres de commande et, par suite, la vitesse à laquelle s'accroît la réactivité de l'instrument sont également limitées. Dans ces conditions, la mise en marche du réacteur demande environ 7 minutes.

On voit également une série de panneaux indiquant :

a) les éléments combustibles.

Le réacteur utilise un uranium à 20 % d'uranium-235 incorporé à de l'aluminium, sous forme d'éléments combustibles spécialement prévus pour réacteurs à recherche fonctionnant à basse température et à haute intensité de flux neutronique.

Les plaques de combustibles sont formées d'oxyde d'uranium UO₂ enrichi, dont les particules sont dispersées dans un agrégat de poudre d'aluminium cuirassé de tous côtés au moyen de feuilles d'aluminium de haute pureté. Dans la région formant le noyau proprement dit, c'est-à-dire là où elles renferment le combustible nucléaire, ces plaques contiennent en poids 54 % d'oxyde d'uranium UO₂ et 46 % d'aluminium en poudre.

L'épaisseur de l'agrégat est de 0,64 mm et celle du cuirassement, de chaque côté, est de 0,44 mm.

Dix-huit des plaques complexes, assemblées en un bloc unique, forment ce que l'on entend ici par « élément » ou « ensemble » combustible. Les dix-huit plaques sont maintenues à 0,30 mm les unes des autres par une paire de plaques d'espacement en aluminium auxquelles elles sont brasées. Ce type de construction a l'avantage de fournir une surface considérable pour un volume donné, permettant ainsi le transfert rapide de la chaleur dégagée à l'eau utilisée comme réfrigérant.

Chaque élément standard de 18 plaques contient 967 g d'oxyde UO₂, c'est-à-dire 170 g d'uranium-235.

b) La coupe du réacteur.

Ce panneau montre le montage d'une barre de commande dans le réseau du réacteur, avec le mécanisme moteur qui lui est associé.

La mise en marche du réacteur s'effectue en retirant les barres au carbure de bore du réseau nucléaire.

Un arrêt immédiat du réacteur est obtenu en coupant le courant alimentant les électro-aimants. Les barres de commande tombent alors de leur propre poids à l'intérieur du réseau, ce qui réduit rapidement la multiplication des neutrons. Chaque barre est munie d'un amortisseur à piston qui la protège à la fin de sa chute et l'empêche de rebondir.

c) Un exposé des applications du réacteur.

Celles-ci consistent essentiellement dans l'enseignement et dans la formation de spécialistes, dans

les recherches sur la physique du noyau, la production d'isotopes, l'analyse chimique par activation, les recherches biologiques et médicales, etc.

d) Les neutrons thérapeutiques.

Ce panneau montre comment le faisceau de neutrons produits par le réacteur en cuve peut être utilisé pour détruire des tissus cancéreux si l'on utilise en même temps le bore. On constate en effet qu'une injection intra-veineuse de borate de soude donne lieu à une concentration du bore dans les tissus cancéreux. Lorsque cette partie du corps est frappée par des neutrons thermiques, ceux-ci entrent en réaction avec le bore qui est un absorbant de neutrons et qui donne lieu à l'éjection de particules α . Ces particules effectuent un parcours très faible, de l'ordre de grandeur d'un diamètre de cellule, et produisent à cet endroit une ionisation très accusée.

e) La préparation des radio-isotopes.

Les capsules contenant les substances à irradier sont posées près du noyau sur un simple support. On les retire par la suite au moyen de longues pinces. Les radio-isotopes à vie courte peuvent être ainsi obtenus très facilement et utilisés dans des laboratoires, pour autant que ceux-ci soient dans le voisinage immédiat du réacteur.

La figure 1 représente la façade du bâtiment contenant le réacteur en question. On peut se rendre compte qu'il s'agit d'une construction relativement modeste et qui cependant a été largement dimensionnée, en raison notamment de l'affluence prévue de visiteurs.

ROYAUME-UNI.

La participation de la Grande-Bretagne vise à faire connaître les réalisations effectuées et le programme d'avenir.

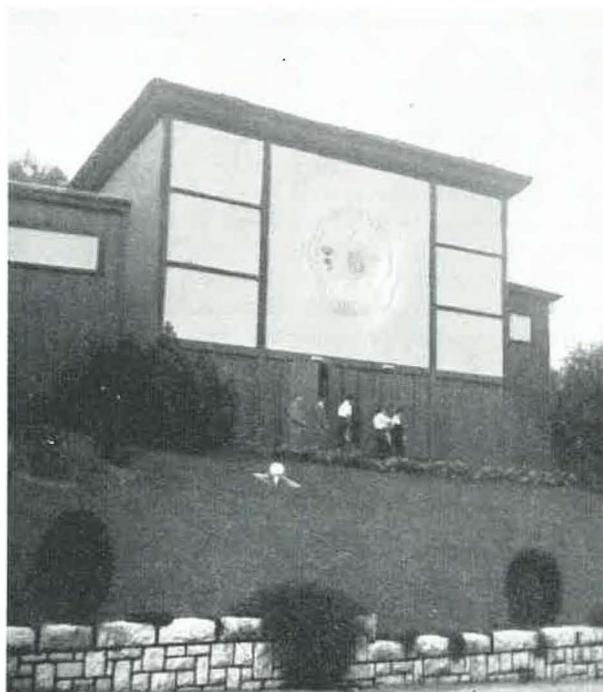


Fig. 1.

La figure 2 représente un des réacteurs en construction à Calder Hall. Depuis mai 1953, la Grande-Bretagne construit à cet endroit la première centrale atomique expérimentale destinée à la production d'énergie électrique.

L'expérience déjà acquise a permis au Gouvernement britannique d'établir un programme de production d'électricité à partir de l'énergie nucléaire. Ce programme a été publié en février 1955. On a

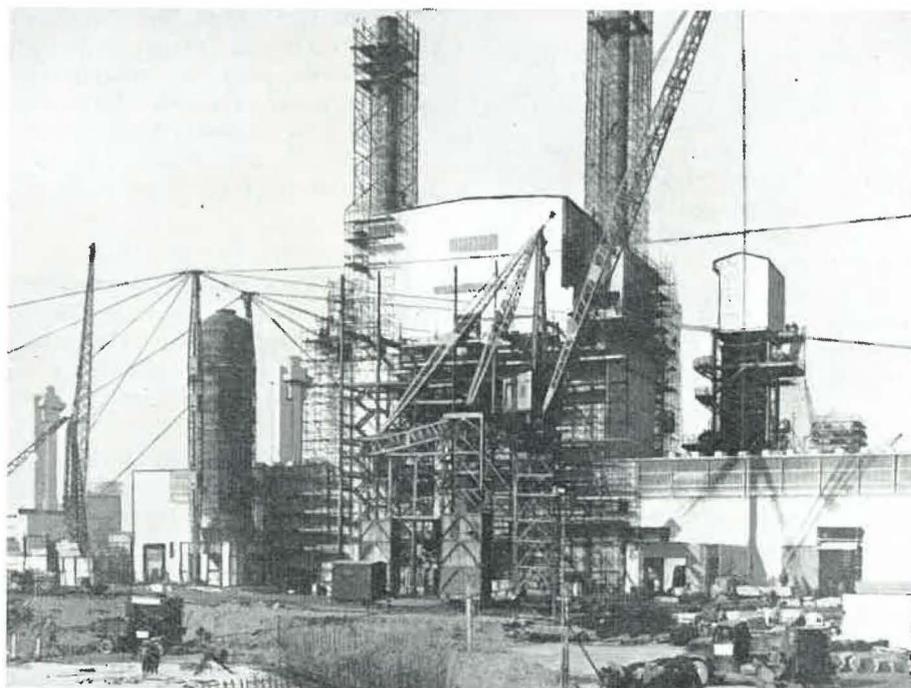


Fig. 2.

l'intention de consacrer, entre 1955 et 1965, 500 millions de livres à la construction de douze centrales atomiques d'une puissance globale de 2 millions de kW, avec un prix de revient de 0,6 d, soit environ 0,36 F par kWh.

A partir de cette date, les progrès pourraient encore être plus rapides et, en 1975, 25 % de l'énergie électrique proviendraient des centrales atomiques, ce qui correspondrait à la combustion de 40 millions de tonnes de charbon.

U.R.S.S.

L'objectif de ce pays est défini dans l'avant-propos d'une fort belle brochure offerte aux visiteurs. Les recherches dans le domaine de l'énergie atomique ont commencé en U.R.S.S. dans les années 1930. Dans les années d'après-guerre, les recherches en vue des utilisations pacifiques de l'énergie atomique ont atteint un degré très élevé. Des travaux de physique, chimie et biologie exigeant des sources puissantes de neutrons ou de radiations γ ont été effectuées au moyen de réacteurs expérimentaux.

Les isotopes radio-actifs sont produits en grande quantité dans des réacteurs et des accélérateurs et sont employés largement dans l'industrie, l'agriculture et la médecine. Les radio-isotopes incluant presque tous les éléments du tableau périodique de Mendelejeff ont été envoyés dans tous les coins de l'U.R.S.S. et vers de nombreuses contrées d'Europe et d'Asie qui désirent les utiliser.

L'U.R.S.S. a érigé une centrale atomique d'une capacité de 5.000 kW, qui constitue un fondement pour l'usage de l'énergie atomique dans la production d'électricité.

La brochure ajoute que l'U.R.S.S. ne tient nullement secrètes ses réalisations. Elle désire au contraire aider les pays démocratiques en leur envoyant des radio-isotopes, en formant du personnel et en construisant et en livrant des réacteurs et des accélérateurs expérimentaux pour des usages de recherches.

En raison de l'espace limité dans le Palais des Nations, la participation de l'U.R.S.S. ne vise qu'une petite partie des travaux de recherches.

Il est bien exact que les stands de l'U.R.S.S. sont spécialement consacrés aux applications industrielles de l'énergie atomique, tels le comptage, le mesurage d'épaisseur et d'usure, l'appréciation de la pureté des lingots d'acier, aux applications thérapeutiques, etc.

CANADA.

La participation du Canada est importante. Elle comporte tout d'abord une partie dévolue aux ressources du Canada en matière de minerais radio-actifs. Il y a ensuite les nombreuses applications médicales et agricoles des isotopes. En 1957, le Canada produira du minerai d'uranium pour 100 millions de dollars.

Le Canada montre également ses travaux en matière de réacteurs nucléaires. En 1945 déjà, un premier réacteur de 10 W à usage de recherches a été établi. En 1947, un important réacteur de 40.000

kW a été construit à l'usage de recherches fondamentales, d'études technologiques, de production d'isotopes radio-actifs et de production de plutonium et d'uranium-235. En 1956, un nouveau réacteur ayant les mêmes objectifs, mais d'une puissance de 200.000 kW, sera établi. Enfin, en 1958, un réacteur de 20.000 kW, destiné à la production d'énergie électrique et aux études technologiques et économiques, sera construit.

FRANCE.

La participation française est organisée par le Commissariat à l'Énergie Atomique (C.E.A.), établissement public créé en octobre 1945 et chargé de préparer l'utilisation de l'énergie atomique. Son programme est vaste; il comporte la formation de spécialistes, le développement des recherches fondamentales, l'exploitation de minerais radio-actifs, la construction de réacteurs pilotes et de prototypes de réacteurs de puissance, la production d'éléments radio-actifs pour l'industrie et la médecine. Près de 4.000 personnes sont employées par la C.E.A.

Toutes ces activités du Commissariat à l'Énergie Atomique figurent sur les panneaux de l'exposition. En matière de réacteur, il est rappelé qu'en 1948 un premier réacteur expérimental fut construit à Châtillon pour une puissance de 150 kW; il fonctionne toujours. En 1952, un second réacteur expérimental fut établi à Saclay; sa puissance atteint 2.000 kW. Ces deux réacteurs sont également utilisés pour produire des éléments radio-actifs.

De 1956 à 1958, quatre réacteurs sont à établir. Trois seront construits à Marcoule, près d'Avignon. Ils sont destinés à produire l'énergie électrique; l'un produira 5.000 kW et les deux autres 50.000 kW. Un quatrième réacteur sera établi à Saclay en vue de produire un flux de neutrons permettant l'essai du matériel utilisé dans les réacteurs de puissance.

BELGIQUE.

Comme l'indique la brochure distribuée aux visiteurs, la Belgique tient à marquer par sa participation sa présence dans le domaine des sciences nucléaires.

Dès la fin de la guerre, elle développe dans ses laboratoires universitaires des centres d'enseignement et de recherches pour former savants, ingénieurs et techniciens. Ensuite, elle s'attaque au développement des applications pacifiques et industrielles de l'énergie atomique. L'organisation de ces activités est illustrée par le panneau central du stand.

Le matériel exposé appartient en majeure partie à l'Institut interuniversitaire des Sciences nucléaires (I.I.S.N.). Il est le fruit des travaux de ses chercheurs groupés en six centres dans les cinq villes universitaires du pays: Bruxelles, Gand, Liège, Louvain et Mons. Des recherches originales sont conduites dont quelques résultats sont exposés ici:

a) accélérateurs: cyclotron (dont la maquette est exposée), accélérateurs Cockroft-Walton, accélérateur linéaire pour électrons;

b) recherches physiques: émulsions nucléaires, chambres de Wilson, spectrographes: trois techni-

ques de détection de particules pour l'étude de réactions nucléaires et des phénomènes du rayonnement cosmique;

c) recherches minéralogiques : minerais d'uranium et de thorium;

d) métallurgie de l'uranium : production d'uranium de haute pureté pour réacteurs nucléaires;

e) recherches médicales et biologiques : utilisation des radio-isotopes, radiothérapie.

Le Centre d'Etude pour les Applications de l'Energie nucléaire (C.E.A.N.), qui entreprend la construction du premier réacteur belge, présente une machine analogue, le simulateur de pile; cet appareil est destiné à l'étude de la régulation automatique du réacteur; il convient aussi à des usages didactiques.

Les laboratoires de physique de l'Union minière du Haut-Katanga exposent des documents relatifs à la calibration des sources de neutrons.
