

# Expérience française en matière de transport de combustibles irradiés

par B. Lenail

Le transport des combustibles irradiés constitue une activité industrielle qui en France est déjà ancienne. C'est en effet à 1966 que remontent les premiers transports de Chinon à La Hague des combustibles irradiés des premières centrales électronucléaires d'Electricité de France (centrales uranium naturel-graphite-gaz).

Moins de 10 ans plus tard, en 1973, débutaient les transports de combustible à eau ordinaire; à cette époque il s'agissait des transports vers La Hague de combustibles irradiés dans les centrales nucléaires allemandes, belges ou suisses et dans la centrale franco-belge de Chooz.

Pour l'une comme pour l'autre de ces deux filières l'expérience acquise est considérable: au total près de 10 000 t d'uranium irradié ont été transportées en direction des deux usines de La Hague (nord-ouest du pays) et Marcoule (sud-est du pays). Les combustibles des réacteurs à neutrons rapides Rapsodie et Phénix ont aussi été transportés vers Marcoule et La Hague mais bien sûr les quantités transportées étaient relativement faibles.

Cogéma n'a bien sûr pas travaillé seule dans ce domaine et s'est toujours appuyée sur le concours actif de différents intervenants spécialisés pour tel ou tel type de transport ou pour telle ou telle zone géographique.

## Quantités transportées

Les transports de combustibles irradiés vers La Hague et Marcoule représentent une très grande expérience, comparable seulement à celle des transports en direction de l'usine britannique de Sellafield.

## Uranium naturel/réacteurs graphite-gaz

Au début, avec, à partir de 1966, le transport des combustibles à uranium naturel des réacteurs graphite-gaz d'EDF ainsi que celui des combustibles irradiés du réacteur espagnol de Vandellos, exploité par Hifrensa, les combustibles étaient tous envoyés à La Hague. Mais depuis quelques années une partie du flux est dirigée sur Marcoule pour permettre à l'usine de La Hague de dégager une disponibilité croissante pour le retraitement des combustibles des réacteurs à eau. Il est prévu qu'à partir de 1986 tous les combustibles de la filière graphite-gaz iront à Marcoule.

Cette activité représente aujourd'hui un volume d'une centaine d'emballages ou de transports représentant un tonnage de l'ordre de 500 à 600 tonnes d'uranium par an. Il est prévu que cette activité se poursuive encore pendant 10 ou 15 ans.

Au 1<sup>er</sup> janvier 1985 le total cumulé des quantités transportées atteint 6865 tonnes. Une ventilation par année est donnée dans le tableau ci-après.

## Uranium enrichi/réacteurs eau ordinaire

Les transports des combustibles eau ordinaire (combustibles oxydes) ont commencé en direction de La Hague en 1973 mais sont restés à un niveau faible (environ 100 tonnes par an) jusqu'en 1981, date à laquelle l'activité a été multipliée par 3 par rapport à ce qu'elle était un an plus tôt; depuis cette date la croissance se poursuit et on pense qu'au cours de la prochaine

## Transports de combustibles irradiés en France par année

Tonnes de combustibles à uranium naturel transportées au départ des centrales graphite-gaz:

	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
La Hague	53	150	166	235	197	101	291	430	555	532
Marcoule	—	—	—	—	—	—	—	—	—	52
	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	Totaux
La Hague	326	333	388	238	160	185	111	144	81	4676
Marcoule	174	62	201	308	365	222	190	199	416	2189

Tonnes de combustibles des réacteurs à eau ordinaire à destination de La Hague:

	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	Total
	9	25	95	53	106	94	121	140	441	665	810	811	3370

M. Lenail est chef du Service technico-commercial de la branche Retraitement, à la Compagnie générale des matières nucléaires (Cogéma) en France.

Le Centre industriel de Marcoule. (Photo Cogéma)

décennie le flux se stabilisera aux environs de 1 200 à 1 500 tonnes/an, soit environ 250 livraisons par an.

Le total cumulé au 1<sup>er</sup> janvier 1985 est de 3370 tonnes, comme le montre le tableau de la page 13.

**Filière à neutrons rapides**

Bien que cette filière soit en France relativement développée elle n'a pas donné lieu à un volume de transport très important. A ce jour, au total, ce sont 12 tonnes d'uranium et de plutonium que Cogéma a transportées.

Il y a à cela trois raisons: Premièrement, le nombre de réacteurs est faible. Ce sont Rapsodie, qui a fonctionné pendant une dizaine d'années à Cadarache, et Phénix, la première centrale de démonstration (250 MWe) qui est implantée à Marcoule. Deuxièmement, le taux d'irradiation des combustibles rapides est très élevé en comparaison de celui des autres filières et les tonnages à transporter sont inversement proportionnels à ce taux. Troisièmement, seule une partie des combustibles Phénix nécessite un transport sur la voie publique de Marcoule à La Hague, les autres étant retraités à Marcoule même, ce qui ne nécessite pas un transport proprement dit.

**Emballages de transport: Aspects réglementaires**

Le règlement français pour le transport des matières radioactives reprend l'ensemble des dispositions des recommandations établies par l'AIEA et ce règlement est mis à jour régulièrement après chaque révision des recommandations de l'AIEA.

Ce règlement national comme les recommandations stipulent que la sûreté du transport repose sur l'emballage lui-même et non sur le mode de transport ou les procédures particulières à suivre pendant le transport.

Le règlement est établi sur le principe que le degré de sûreté apporté par l'emballage doit être adapté aux risques potentiels de la matière transportée.

Dans le cas des combustibles irradiés qui présentent les risques les plus élevés, les emballages doivent répondre aux critères les plus sévères. Ces emballages doivent, bien entendu, résister et assurer toutes leurs fonctions de blindage et de confinement dans les conditions normales d'exploitation ainsi que dans les conditions accidentelles courantes mais ils doivent aussi résister, sans dommage sérieux, à des accidents graves comme une chute libre de 9 m sur une cible indéformable en béton et un feu

d'hydrocarbure d'une demi-heure à 800°C. Ces épreuves sont extrêmement sévères comme l'ont démontré différentes expériences et plus sévères que celles que les emballages risquent d'avoir à subir.

Par ailleurs, les tests pratiqués sur les emballages existants ont également montré que ceux-ci étaient plus résistants que ne l'exigent les règlements. De fait, les accidents rencontrés en cours de transport des combustibles en France, comme ailleurs, n'ont jamais conduit à une rupture de confinement des emballages.

*Exigences propres à Cogéma.* Les critères précisés dans les règlements ont été fixés plus en fonction des risques vis-à-vis des populations et de l'environnement qu'en fonction des risques vis-à-vis des travailleurs, et l'expérience de Cogéma a rapidement montré que les doses intégrées par les personnels procédant au chargement et au déchargement des emballages risquaient d'être non négligeables si l'on n'y prenait pas garde.

Ceci a justement préoccupé Cogéma d'autant que dans une usine de retraitement, contrairement à ce qui se passe sur un réacteur, le déchargement des emballages est une opération quotidienne (250 emballages par an à La Hague). De ce fait Cogéma a été amenée à définir:

- *des critères de standardisation* (taille, dimension, positions des tourillons, des orifices, état de surface, etc.) conduisant à n'utiliser que des emballages exploitables selon des procédures standards et des techniques susceptibles d'automatisation;
- *des charges utiles de transport* aussi élevées que possible afin de réduire le nombre des transports, les doses intégrées par les équipes de déchargement ainsi que que les coûts de transport;
- *des concepts de transport à sec*, c'est-à-dire après avoir drainé complètement l'eau de la cavité interne avant transport. Cogéma a toujours craint en effet que malgré les qualités de confinement des emballages même en cas d'accident, il ne se produise au cours de la vie d'un emballage un incident (procédure mal respectée, joint en mauvais état) conduisant à une fuite de liquide radioactif sur la voie publique.

La conjugaison de ces deux dernières exigences (capacité élevée, transport à sec) conduit évidemment — du fait du dégagement calorifique du combustible et de la nécessité de ne pas le laisser s'échauffer — à retenir des solutions technologiques difficiles à mettre en œuvre, mais Cogéma estime que, toutes choses considérées, les options retenues sont bonnes.

**Emballages pour combustibles uranium naturel/graphite-gaz**

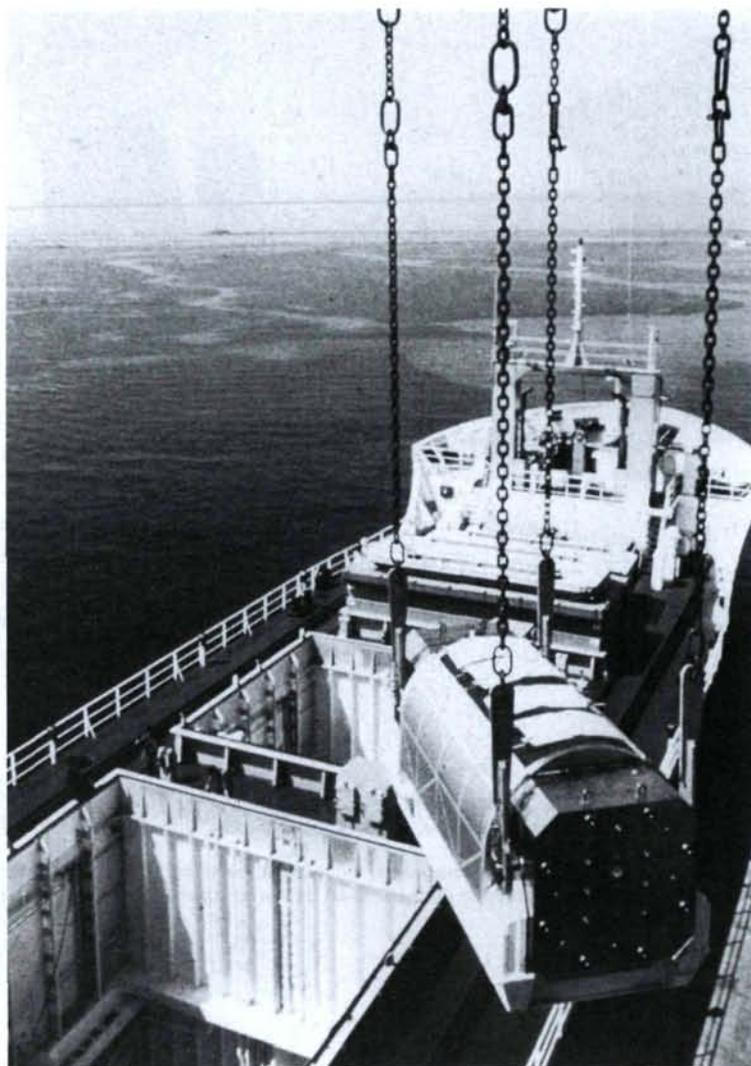
Les emballages utilisés par Cogéma pour le transport des combustibles à base d'uranium naturel se présentent tous sous la forme d'un cube d'à peu près 2,3 m de côté et d'un poids de 50 à 55 tonnes en charge. Le blindage est constitué de plomb placé entre deux coques (interne et externe) en acier inoxydable.

La capacité de ces emballages varie de façon importante, de 2,2 t à 5 t d'uranium selon l'arrangement interne: 2,2 t quand le combustible est transporté en conteneur avec sa chemise de graphite, 5 t quand le combustible est transporté nu dans un panier.

**Caractéristiques principales de quelques emballages standards**

Emballages	Poids en charge (tonnes d'uranium)	Capacité exprimée en nombre d'assemblages	
		BWR	PWR
TN 17/2	72	17	6
TN 12/2 et LK 100	102/105	32	12
TN 13/2	110	—	11 ou 12

TN = Transnucléaire      BWR = réacteur à eau bouillante  
LK = Lemer                PWR = réacteur à eau sous pression



**Emballage de combustible irradié du type TN-12 en acier forgé, en cours de chargement sur navire de transport équipé de compartiments spéciaux . (Photo Transnucléaire)**

#### **Emballages pour combustibles eau légère (PWR, BWR)**

Il y a une dizaine d'années, avant que Cogéma n'impose les standards indiqués plus haut, les transports se faisaient au moyen d'emballages très divers (secs ou non, de toutes les tailles, capables ou non d'être transportés par route).

Les standards ont fait que désormais trois types d'emballages seulement sont utilisés: de grande capacité et transportés par fer ou par mer, ces emballages sont capables de satisfaire tous les besoins rencontrés (centrales PWR et BWR, quelle qu'en soit la puissance électrique), mais ne sont capables d'être transportés par route que sur de très courtes distances.

Le concept de ces emballages comprend une paroi épaisse d'acier recouverte intérieurement d'acier inox et extérieurement de différents systèmes permettant l'évacuation des calories. Aujourd'hui 70 de ces emballages standards sont en service.

#### **Modes de transport**

Comme on l'a indiqué ci-dessus le choix du mode de transport n'est pas dicté par les impératifs de sûreté, puisque la sûreté réside dans la conception des emballages. Le choix du mode de transport découle directement des impératifs d'exploitation, et bien entendu, en raison du poids considérable des emballages, la préférence va aux

transports ferroviaires pour les trajets terrestres et aux transports maritimes; le transport routier est réservé aux seuls transports d'extrémité, c'est-à-dire aux transports entre un embranchement ferroviaire et les installations (réacteurs et usines) quand celles-ci ne sont pas raccordées au réseau ferroviaire.

Les navires et wagons ferroviaires utilisés pour le transport des combustibles sont des matériels spécialisés comportant des particularités originales. Les wagons, par exemple, ont un poids total en charge d'environ 150 tonnes ce qui fait d'eux les wagons les plus lourds transportés en routine dans des trains ordinaires, sans servitude particulière de vitesse. Ce résultat remarquable a été obtenu au moyen d'une conception particulière: les emballages de 100/110 tonnes sont posés sur un châssis à chacune de ses extrémités sur des doubles boggies.

Les navires également comportent de nombreuses caractéristiques peu courantes: les cinq navires par exemple qui naviguent entre le Japon et l'Europe pour le transport des combustibles sont des navires spécialement équipés pour le transport des emballages (15 à 20 par navire), conçus spécialement pour assurer une bonne tenue en mer et une grande flotabilité (compartimentage poussé), dotés d'aménagements (blindage, ventilation, contrôle) permettant d'assurer à tout moment la bonne protection de l'équipage et munis d'équipements de navigation les plus récents.