

**Arrêt de l'Usine EURODIF : La fin de l'enrichissement de l'uranium par diffusion gazeuse**

**Gilbert BRUHL – Robert BRUGÈRE**

## 1. CONTEXTE

Le jeudi 7 juin 2012, à 3h30 du matin, après 33 ans d'activité ininterrompue, l'usine d'enrichissement d'uranium, Georges Besse d'EURODIF, implantée sur le site du Tricastin dans la Drôme et exploitée par ARÉVA, a définitivement cessé sa production au terme du processus d'arrêt débuté le 14 mai 2012.

Depuis son démarrage en 1979, l'usine d'EURODIF est une pièce maîtresse du marché mondial de l'enrichissement d'uranium. Le site a répondu à la demande de près de 100 réacteurs nucléaires dans le monde, soit un quart de la demande mondiale, en utilisant le procédé de **diffusion gazeuse**, technologie d'enrichissement la plus performante à l'époque de sa construction. Sa production alimentait les réacteurs de plus de 100 centrales nucléaires en France et dans le monde. Au cours de ses 33 ans de fonctionnement, l'usine a produit un quart de la production mondiale d'uranium enrichi.

Pour prendre le relais de l'usine historique Georges Besse I d'EURODIF, ARÉVA a investi au cours des dernières années plus de 3 milliards d'euros dans le nouveau site Georges Besse II. Cette usine, en production depuis avril 2011, utilise une technologie d'enrichissement par **centrifugation** qui permet de consommer 50 fois moins d'électricité et de réduire de manière importante les besoins en eau de refroidissement. Déjà déployée dans d'autres usines en Europe, cette technologie est éprouvée et performante

L'usine Georges Besse II a déjà atteint une capacité installée de plus de 1,5 million d'UTS<sup>1</sup> par an et atteindra sa pleine capacité à 7,5 millions d'UTS annuels en 2016.

## 2. QUELQUES REPÈRES

### UNE LONGUE HISTOIRE

- **1958** : Le Général de Gaulle choisit le site du Tricastin pour implanter les usines d'enrichissement de l'uranium pour la Défense nationale mises en service en 1963.
- **1974** : Annonce du choix du site du Tricastin pour implanter l'usine EURODIF à usage civil.
- **1979** : Première livraison d'uranium enrichi à EDF.
- **7 juin 2012** : Arrêt définitif de la production d'EURODIF.

### L'USINE EURODIF EN CHIFFRES

- 35 000 tonnes d'uranium enrichi en 33 ans.
- 130 000 tonnes d'acier, soit l'équivalent de 16 tours Eiffel ou quatre porte-avions Charles de Gaulle.
- 123 mètres : la hauteur des deux tours de refroidissement.
- 2 900 MW : la consommation électrique maximale d'Eurodif, soit trois des quatre réacteurs de la centrale nucléaire voisine implantée au Tricastin pour cette raison.

## 3. HISTORIQUE

La société Eurodif a été créée au milieu des années 70 sous l'impulsion du CEA pour produire les services d'enrichissement nécessaires aux réacteurs à eau légère qui allaient constituer l'essentiel des parcs électronucléaires mondiaux. C'est une société multinationale : son actionnariat, qui a un peu fluctué au cours du

<sup>1</sup> *Unité de Travail de Séparation*, qui représente l'unité de mesure des activités d'enrichissement.

temps, se composait en 2010 de ARÉVA (44,65 %), Sofidif (25 %), Synatom (Belgique) (11,11 %), ENUSA (Empresa Nacional del Uranio) (Espagne) (11,11 %) et ENEA (Italie) (8,13 %).

Mise en service en 1979, l'usine Georges Besse I atteint sa capacité nominale annuelle en 1982 soit un peu plus de 10 millions d'Unités de Travail de Séparation (UTS/an)<sup>2</sup>. Le procédé de diffusion gazeuse mis au point et développé par le CEA, considéré comme plus performant et plus économique que l'ultracentrifugation de l'époque, se révèle très fiable et l'usine plus flexible que prévu.

L'installation répond aux besoins d'EDF et de nombreux électriciens étrangers en s'adaptant aux fluctuations quantitatives et qualitatives du marché. Une expérience unique de traitement et de gestion de l'hexafluorure d'uranium (UF<sub>6</sub>), le gaz utilisé par le procédé, est accumulée. L'UF<sub>6</sub> provient notamment, sous forme solide pour son transport, de l'usine COMURHEX, également implantée sur le site du Tricastin.



**Hall des diffuseurs**

Mais la diffusion gazeuse a un talon d'Achille : sa consommation d'énergie se situe autour de 2 500 kWh par UTS. En ces temps de hausse du prix de l'électricité, les coûts de production de l'usine deviennent prohibitifs. La cascade de 1400 étages, dont chacun des plus gros était mu par un moteur électrique aussi puissant que ceux d'un TGV, doit donc s'arrêter.

ARÉVA a anticipé cette échéance. Dès le début des années 2000, après une revue de procédés existants, ARÉVA se tourne vers la technologie d'ultracentrifugation utilisée par l'autre enrichisseur européen URENCO. Des accords pour la production en commun de centrifugeuses sont signés et validés par la Commission Européenne et les Etats concernés en 2006. La société ETC (Enrichment Technology Company), possédée par ARÉVA et URENCO, livre les machines à implanter dans les usines en Allemagne, aux Pays Bas, en Angleterre et en France. L'usine GB II qui prendra le relais d'Eurodif peut voir le jour.

L'ultracentrifugation d'ETC possède de nombreux atouts : elle consomme 50 fois moins d'énergie que la diffusion, elle est modulaire, c'est-à-dire qu'on peut construire et mettre en service des unités de façon indépendante, elle est fiable, elle utilise le même gaz UF<sub>6</sub> que la diffusion et il n'y a pas de différence de qualité entre les uraniums enrichis obtenus par les deux procédés.

La modularité permet aussi de consacrer des cascades à l'enrichissement de l'uranium de retraitement, sans mélange avec les autres flux. Il y a un effet de série important. Une usine de 10 millions d'UTS/an, c'est plus de cent mille centrifugeuses installées. De plus, les conditions de pression et de température du gaz de procédé étant radicalement différentes, les ateliers d'entrée et de sortie (alimentation et soutirages) de la cascade sont simplifiés: moins d'hexafluorure sous forme liquide soit moins d'appareillages sensibles.

Le 12 avril 2011, la première production commerciale de l'usine GB II a eu lieu dans l'unité sud. Parallèlement, deux cascades par mois sont mises en service et permettent de porter la capacité installée à 1 MUTS/an à fin 2011. En 2012, les premières cascades de l'unité nord vont être installées et mises en service. Ce déploiement va continuer d'une façon régulière jusqu'en 2016 où la capacité nominale de l'usine GB II de 7,5 MUTS/an sera atteinte. L'investissement total s'élève à 3 milliards d'Euros.

Il faut compter environ 100 000 UTS pour le fonctionnement d'un REP de 1000 MW pendant un an.

<sup>2</sup> L'UTS: Unité mesurant l'effort de séparation de deux ou plusieurs isotopes d'un même corps. En l'occurrence, il s'agit ici de séparer l'uranium 235, fissile dans les réacteurs REP et REB de l'uranium 238, afin d'augmenter la proportion du premier d'un facteur 5 à 7 selon les besoins.



### POURQUOI L'ARRÊT D'EURODIF EN 2012 ?

L'enrichissement par diffusion gazeuse était devenue une technologie trop chère, elle était trop gourmande en électricité puisque sa consommation correspondant à l'équivalent de trois réacteurs de 900 MW.

La consommation de la nouvelle usine Gorges BESSE II qui enrichit l'uranium par centrifugation consomme 50 fois moins d'énergie.

### 15 ANS POUR DÉMANTELER EURODIF

L'arrêt d'Eurodif n'entraînera pas de plan social. Une partie du personnel s'occupera du démantèlement qui durera plus de 15 ans et coûtera 15 Milliard d'Euros.

Les deux tours de refroidissement, qui étaient devenues le symbole du site nucléaire du Tricastin, seront, elles aussi, démolies.

### LA DIFFUSION GAZEUSE C'EST QUOI ?

Il s'agit d'un procédé d'enrichissement basé sur la différence de masse, très faible, existant entre les molécules d'hexafluorure d'uranium 235, plus légères que celles d'hexafluorure d'uranium 238. En les faisant filtrer à travers des membranes adaptées, on arrive en multipliant suffisamment le nombre de cycles à obtenir de l'uranium enrichi.

La diffusion gazeuse requiert environ 60 fois plus d'[énergie](#) que le procédé d'ultracentrifugation, soit 6 % de l'énergie qui sera finalement produite avec l'[uranium enrichi](#) résultant.

Cette technologie de diffusion gazeuse était utilisée dans l'[usine française d'Eurodif jusqu'à ce jour](#) (10,8 millions d'UTS/an). Elle continue à être pratiquée à l'usine américaine de Paducah (11,3 millions d'UTS/an) ainsi qu'à l'usine chinoise de Lanzhou (0,45 million d'UTS/an).



Caisson abritant les compresseurs

### LA CENTRIFUGATION COMMENT CA MARCHE ?

Ce procédé consiste à utiliser des [centrifugeuses](#) tournant à très grande vitesse. Les molécules les plus lourdes ( $^{238}\text{UF}_6$ ) se retrouvent projetées à la périphérie, alors que les plus légères ( $^{235}\text{UF}_6$ ) migrent vers le milieu de la centrifugeuse. Comme pour la diffusion gazeuse, le traitement doit être appliqué de nombreuses fois pour obtenir un enrichissement suffisant. Les centrifugeuses sont donc montées en cascades, le gaz passant de l'une à la suivante en augmentant progressivement sa teneur.

La technologie d'ultracentrifugation est employée en Allemagne (Gronau : 1,3 million d'UTS/an), au Japon ([Rokkasho](#) : 1,05 millions d'UTS/an), dans les Pays-Bas (Almelo : 1,5 million d'UTS/an), en Russie (4 usines pour un total de 20 millions d'UTS/an), au Royaume-Uni (Capenhurst : 2 millions d'UTS/an) ainsi qu'en Chine (Shaanxi : 0,45 millions d'UTS/an).

Cette technologie est à la base du projet de l'usine Georges Besse II.