

L'approche allemande : abandon du retraitement et entreposage – stockage a sec dans des conteneurs

Klaus Janberg - Ancien président directeur général de la GNS (compagnie allemande de service nucléaire : gestion et traitement des déchets). Cette présentation est basée sur des extraits d'autres présentations de l'auteur débutant en 1978, sauf les images concernant le cycle du combustible, qui sont extraites de conférences communes avec Perschmann (GKN), à Nice en 1978 et Moscou en 2002.

Une carrière prometteuse dans le déploiement nucléaire

Ma vie fut « nucléaire » dès la fin de mes études d'ingénieur en RFA (Munich) en 1965, grâce à une bourse du CEA¹, en vue d'un DEA à l'INSTN² et d'un autre à Paris (Faculté des sciences) en 1966, suivis d'un diplôme de l'IAE³ (1967), d'une thèse à la Fac de Paris (1969) et d'un stage à Cadarache sur un problème de Phénix, en 1969.

La suite passait par les « rapides »⁴ chez General Electric, RWE⁵, NERSA (Superphénix). En 1974, André Giraud, administrateur général du CEA, annonçait que Superphénix (1 200 MWe) serait en service en 1982 et que deux autres surgénérateurs seraient lancés avant la fin des années 1980. J'étais euphorique : j'avais choisi la voie de l'avenir...

Mais, déjà en 1976, j'ai dû quitter Superphénix car le gouvernement allemand avait fait passer une loi faisant du retraitement la seule voie du cycle du combustible, sauf si elle était économiquement inacceptable.

Mais à ce moment-là, en Allemagne, la licence d'exploitation de plusieurs réacteurs en phase finale de mise en service dépendait de la possibilité pour les « électriciens » exploitants de présenter des contrats de retraitement des combustibles irradiés, tandis que les entreprises chimiques voulaient se retirer de cette activité qu'ils considéraient comme non rentable.

Les « électriciens » étaient ainsi contraints de créer une filiale commune, la DWK, chargée de négocier avec COGEMA⁶ les fameux contrats UP³⁷ (« cost » plus 25 %), de développer des sites d'entreposage centraux ainsi que de mettre en projet une usine de retraitement (d'une capacité de 1 500 tonnes de combustibles par an) à Gorleben, un site au-dessus d'une mine de sel vierge que le gouvernement voulait développer pour le stockage final des déchets radioactifs.

Jusque-là, j'étais donc en parfaite harmonie avec la politique allemande car les « rapides »⁸ et le « retraitement » sont complémentaires et se conditionnent l'un à l'autre. J'avais seulement négligé deux petits problèmes : les coûts et une résistance croissante contre le nucléaire en RFA.

Chez DWK, vu mon passé, je fus vite chargé de négocier avec mon directeur les contrats UP³ et vous pourriez trouver mon paraphe sur la plupart des premiers contrats signés.

En 1977 j'ai prôché l'utilité du retraitement aux représentants du site de Gorleben en leur faisant visiter La Hague. S'ajoutait à ces activités la conception d'une piscine d'une capacité de 1 500 tonnes de combustibles irradiés à Ahaus et d'une de 3 000 tonnes à Gorleben, comme piscine d'entrée du futur retraitement, ainsi que le développement de châteaux de transport appropriés et rapidement disponibles.

1 - CEA : Commissariat à l'énergie atomique (France).

2 - INSTN : Institut national des sciences et techniques nucléaires, dépendant du CEA (Saclay).

3 - IAE : institut d'administration des entreprises. Ici l'établissement de l'université de Paris 1.

4 - Réacteurs à neutrons rapides ou surgénérateurs (en France Phénix, puis Superphénix).

5 - RWE : compagnie d'électricité allemande.

6 - Cogema : filiale du CEA chargée des industries du combustible nucléaire, dont le retraitement des combustibles irradiés (devenue AREVA NC).

7 - UP³ : usine de retraitement à La Hague spécialement consacrée au retraitement des combustibles irradiés étrangers.

8 - « Rapides » : réacteurs à « neutrons rapides », autre dénomination des « surgénérateurs. »

Piscines et stockages

Les piscines d'entreposage des combustibles irradiés

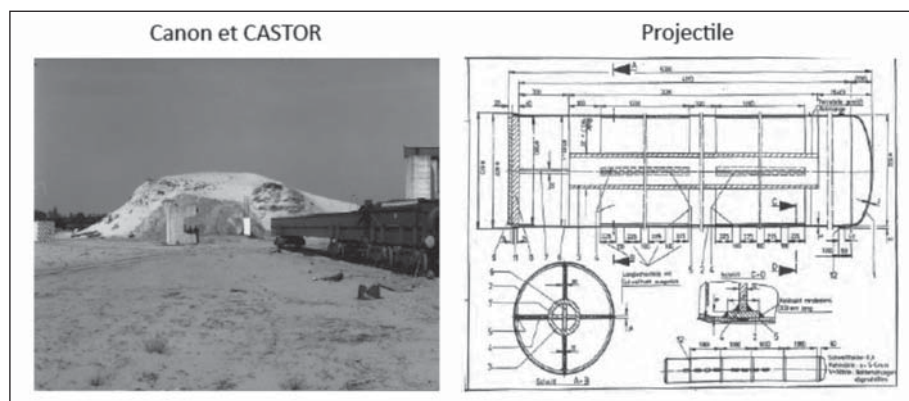
À cette époque, en RFA, il fallait déjà tenir compte d'une chute éventuelle d'un avion militaire, de l'explosion d'un nuage de gaz et prévoir des agressions externes, entre autres avec des charges creuses.

Résultat : les piscines devenaient trop chères et déjà en 1979, l'on a décidé de passer du stockage en piscine au stockage à sec dans des châteaux « les castors » produits en série à l'aide du procédé de coulée avec de la FGS (Fonte à graphite sphéroïdal⁹).

Pour certains essais à l'échelle 1, on avait déjà invité l'IPSN¹⁰ de l'époque, surtout pour les essais de sabotage.

Entre-temps, en 1979, Gorleben comme site du retraitement fut refusé par le gouvernement du « Land¹¹ ».

Figure 1



Une structure « antichute » en béton, même fortement armée, doit être très épaisse, comme le montre le diagramme de la GRS (l'équivalent en RFA de l'IRSN français) de 1973 : en bas du diagramme une épaisseur protégeant contre la pénétration et, en haut, une protection totale (sans éclats à l'intérieur).

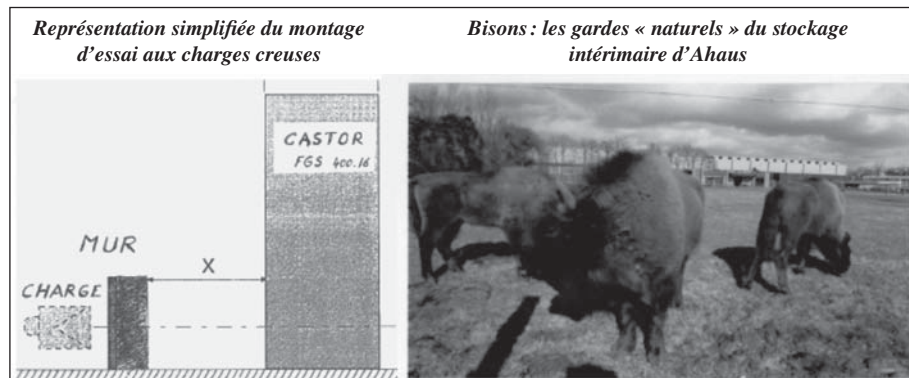
Se protéger contre les sabotages

En 1980, on faisait des essais de « sabotage avec des charges creuses » en simulant entre autres le mur du hall d'entreposage qui servait de défocalisateur du tir pour éviter toute perforation d'un château à l'intérieur (en 1982, j'y ai invité l'IPSN).

À droite de la figure 2, la vue de Ahaus avec des « gardiens spéciaux ».

En décembre 2012, j'ai visité le site de nouveau et je fus consterné d'apprendre que les autorités venaient de réclamer qu'un mur supplémentaire de 10 mètres de haut autour du bâtiment soit construit et que l'installation soit constamment surveillée par des rondes de gardiens armés, en voitures blindées. Ils exagèrent ces Allemands (à mon humble avis!).

Figure 2



9 - Les fontes à graphite sphéroïdal (Fontes GS) sont des fontes spéciales dans lesquelles la cristallisation du carbone a été ralentie pour obtenir des caractéristiques mécaniques de résistance qui en font un matériau proche de l'acier et facile à usiner.

10 - IPSN : Institut de protection et de sûreté nucléaire, alors dépendant du CEA. Aujourd'hui IRSN.

11 - Land de Basse-Saxe.

Vers le stockage direct

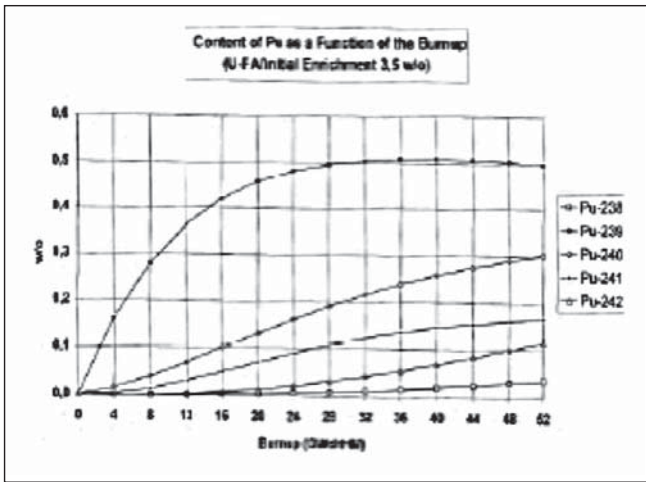
Mais 1980 a été aussi l'année où le gouvernement a demandé une étude de faisabilité d'une « deuxième voie », le stockage direct.

Ainsi naissait la variante POLLUX qui fut acceptée en 1985, sans pour autant que soit levée la priorité au retraitement, car entre-temps, la DWK avait trouvé un site en Bavière, Wackersdorf (1982).

En 1983, COGEMA donnait son prix du retraitement du combustible de Superphénix à NERSA, ce qui amenait celle-ci à renoncer au retraitement et à bâtir une grande piscine jouxtant Superphénix.

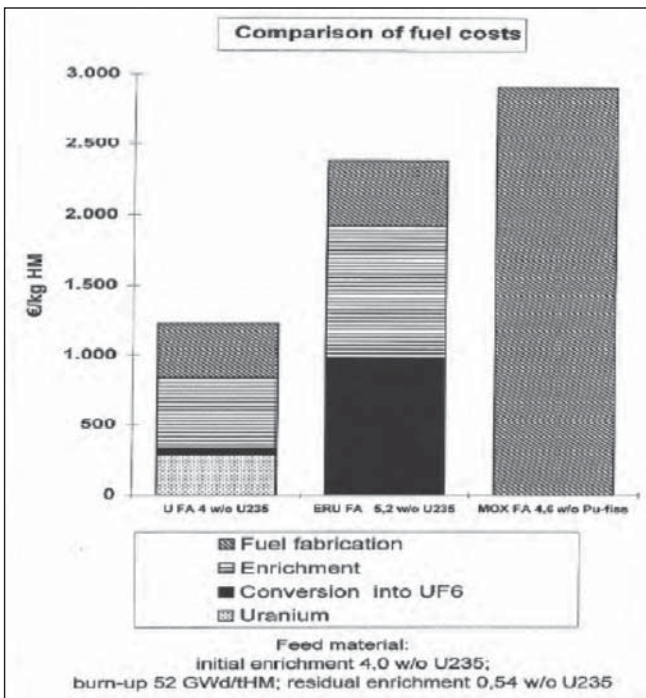
Pour moi, cela sonnait le glas du réacteur à neutrons rapides pour au moins ma génération et mettait en question le retraitement tout court, d'autant plus que le coût de fabrication des assemblages MOX devenait prohibitif et que quelques vérités physiques apparaissaient avec l'augmentation des durées d'utilisation des combustibles¹² (« burn-up »), qui augmentaient les coûts.

Figure 3



Dans un PWR le Pu₂₃₉ atteint une valeur limite vers 40 GWj/tML, tandis que les isotopes absorbants de neutrons, 238, 240 augmentent continuellement. Côté U²³⁵: il descend sous 0,3 % mais le U²³⁶, émetteur gamma, augmente et rend l'enrichissement et la fabrication plus coûteux - une pénalité importante.

Figure 4- Le surcoût du recyclage de l'uranium retraité et du MOX



Ce tableau montre le prix d'un assemblage à base d'Uranium à 10 \$/lb (autour de 2002) et enrichi à 4 %, ensuite le « même » assemblage avec de l'Uranium issu du retraitement à 0,00 \$/lb et à droite un autre fabriqué avec du Pu gratuit. On voit bien les influences de la conversion, de l'enrichissement et surtout de la fabrication.

Mais il faut retenir aussi que le prix de l'Uranium est particulièrement bas ici.

12 - Exprimés en MWj/t : megawattjour par tonne de combustible.

Les années 80, Tchernobyl – La fin du retraitement en Allemagne, grâce à COGEMA

La catastrophe de Tchernobyl en 1986 renforçait l'opposition contre le nucléaire tout court et les Socio-Démocrates qui, au gouvernement en 1976, avaient imposé le retraitement par une loi, se dressaient maintenant contre. Et les coûts de Wackersdorf augmentaient d'un facteur deux en trois ans et les délais s'allongeaient...

Il faut se rappeler que COGEMA, BNFL et DKW formaient un cartel, URG, autorisé par Bruxelles, dans lequel il était convenu qu'après la France et la Grande-Bretagne, la RFA aurait la troisième usine de retraitement.

Surprise majeure : en avril 1989, les « petits » actionnaires de DWK apprenaient que la COGEMA avait signé derrière leur dos une « lettre d'intention » avec le leader de DWK dans laquelle elle lui donnait le droit de vendre 50 % de sa capacité au-delà des 7000 tonnes de base, à 1 500 DM¹³/kg, alors que le prix antérieur était de 2 300 DM/kg. Cela créa un scandale et les « petits » obtinrent des prix encore plus attractifs de BNFL, que COGEMA devait accepter.

Il était évident que dans ces circonstances, la DWK, avec ses coûts largement supérieurs (chute d'avion, cellules inertées, protection contre le sabotage, rétention du krypton, etc.) était condamnée à mort. Il ne lui restait plus que les entreposages d'Ahaus et Gorleben, la gestion commune des contrats avec COGEMA et BNFL, la participation dans la DBE (similaire à l'ANDRA en France), ainsi qu'une autorisation de construction de la PKA (Installation pilote de conditionnement), en vue de la préparation des assemblages pour le stockage direct.

Tout cela fut transféré à la GNS¹⁴ en 1990.

Des installations de Wackersdorf, il ne reste que le hall d'entrée et le local d'entreposage des châteaux ; on y assemble maintenant des voitures BMW.

Depuis cette époque, les électriciens se sont trouvés face à une opposition de Sociaux-démocrates et de Verts décidés à arrêter le nucléaire et cela était discuté ouvertement. Mais ce qui est incompréhensible est que, quand cela a fini par arriver, ils n'étaient pas préparés pour ce qui suivait : la loi pour l'utilisation prioritaire de l'électricité renouvelable¹⁵, qui met en danger la structure même des grandes entreprises d'électricité.

Vers la sortie du nucléaire

• 1998 :

Les Socialistes et les Verts gagnent les élections fédérales.

• 2001 :

Les transports des combustibles usés pour retraitement sont interdits au-delà des contrats en vigueur et portant jusqu'à 2005.

Le combustible usé doit être entreposé à sec dans des châteaux sur les sites mêmes des centrales.

La durée d'exploitation des réacteurs est limitée par une allocation de kWh à produire.

• 2009 :

Le nouveau gouvernement (Chrétiens-démocrates et Libéraux) change la donne : en 2010, les réacteurs sont ré-expertisés et leur niveau de sûreté approuvé. La limite d'exploitation varie entre 8 et 14 ans selon l'âge des réacteurs.

• 11 mars 2011 : Fukushima

Un énorme séisme, bien au-delà du dimensionnement des réacteurs japonais provoque leur arrêt, certains subissant des dégâts importants. Situation grave mais pas catastrophique.

Le tsunami suivant dépasse en hauteur le dimensionnement de la centrale de Fukushima Daiichi (qui normalement aurait dû être correctement dimensionné car des tsunamis similaires s'étaient déjà produits au cours des derniers siècles).

Le rapport Funabashi¹⁶ montre clairement les responsabilités de l'opérateur TEPCO et la légèreté des autorités.

En RFA, cet événement a conduit à une perte presque totale de crédibilité des opérateurs nucléaires et le gouvernement a été contraint de réviser son attitude positive vis-à-vis du nucléaire (surtout avec des élections régionales proches).

13 - DM : Deutsche Mark.

14 - GNS : société allemande de service nucléaire pour la gestion des déchets.

15 - Obligation et tarif d'achat du kWh d'origine renouvelable.

16 - Rapport publié en février 2012, élaboré par la Commission d'enquête indépendante sur l'accident nucléaire de Fukushima Daiichi, un comité de la Fondation Initiative reconstruire le Japon, dirigé par Yoichi Funabashi, ancien rédacteur en chef du quotidien Asahi Shimbun.

- **2011 : Sortie accélérée du nucléaire**¹⁷

Huit réacteurs arrêtés immédiatement (mars 2011), les autres entre 2016 et 2022. Est-ce que la RFA va réussir à remplacer le nucléaire en si peu de temps par des énergies « nouvelles et vertes » ?

Elle n'a plus le choix, donc elle va réussir. Mais à quel coût ?

Les problèmes à résoudre (de préférence avant-hier) :

- installer suffisamment de moyens de production à bas coût ;
- « lisser » la production alternative de l'électricité sans à coups par des moyens de stockage de l'électricité ;
- créer des lignes nouvelles de transport de l'électricité (courant continu, etc.).

Un exemple de la précipitation combinée à l'obligation d'achat de l'électricité alternative subventionnée (tarif d'achat) : un producteur de taille moyenne a reçu 200 € par MWh le jour de Noël pour « brûler » de l'électricité au lieu du gaz prévu... Un beau cadeau de Noël !

- **Mars 2013 :**

- RWE, le deuxième électricien en RFA, vient de gagner la première étape dans sa plainte contre « l'expropriation » des réacteurs de Biblis A et B, avec un dédommagement de 500 millions d'euros. Et ce n'est pas fini.
- Vattenfall, un électricien suédois ayant plusieurs participations dans les réacteurs en RFA a porté sa plainte devant la « International Court for Settlement of Investment Disputes, Washington, D.C. » qui fait partie de la Banque Mondiale, dirigée par un américain d'origine coréenne qui sera lui-même président de la commission chargée d'examiner ce litige.

Cela va-t-il changer quelque chose dans la décision politique de sortie du nucléaire ?

Je ne pense pas, car les électriciens nucléaires ont déjà abandonné tout projet nucléaire international et sont en train de licencier leur personnel qualifié.

¹⁷ - Voir sur ce sujet les numéros 30 et 33 des « Cahiers de Global Chance ».