



La conjoncture, pour le nucléaire

Le cycle du combustible et les déchets

L'utilité du retraitement des combustibles

Les déchets

**À CHAQUE ÉNERGIE
SA PLACE !**



UARGA

Union des Associations des anciens et Retraités du Groupe AREVA

A chaque énergie sa place.

Mais n'ayons pas peur de l'énergie nucléaire !

SOMMAIRE

1. La conjoncture, pour le nucléaire	2
2. Explications sur le cycle du combustible et les déchets.....	4
2.1 Donner une vue d'ensemble sur le nucléaire	4
2.2 Le cycle du combustible et les déchets.....	4
2.3 L'utilité du retraitement des combustibles usés.....	9
2.3.1 Recycler tout ce qu'on peut.....	9
2.3.2 Les réacteurs à neutrons rapides sont très probablement l'avenir.....	9
2.3.3 Le retraitement sera indispensable pour les réacteurs rapides surgénérateurs	10
2.3.4 L'utilité du retraitement aujourd'hui. Le recyclage des matières fissiles séparées par le retraitement	10
2.4 L'impact du retraitement à La Hague sur l'environnement.....	11
2.4.1 Les rejets gazeux	11
2.4.2 Les rejets liquides	11
2.4.3 Fixation des normes de rejet.....	12
2.4.4 La mise en scène de l'émission sur La Hague.....	12
2.5 Les déchets	13
2.5.1 La mise en scène aussi.....	13
2.5.2 Un avion en vol sans piste d'atterrissage. Le sort des déchets.....	14

Ce bulletin est l'œuvre collective des retraités de l'UARGA, l'Union des Associations de Retraités du Groupe Areva. Ils souhaitent que la masse de connaissances et l'expérience qu'ils ont accumulées au cours de leur carrière sur des sujets complexes, réalités scientifiques et technologiques, puissent servir à leurs collègues retraités, et aussi à leurs concitoyens, en particulier à ceux qui sont chargés de l'information du public.

Document également consultable sur le site <http://www.uarga.org>

1. La conjoncture, pour le nucléaire

Ce qu'on sentait venir en juin n'a vu que peu d'évolution.

Aux Etats-Unis, on disait en juin que le budget ne laissait guère de place au nucléaire, mais que Steven Chu, le ministre de l'énergie, devait mettre sur pied une commission de haut niveau pour proposer une solution pour les déchets radioactifs. On en est toujours là, la commission serait « en cours de constitution ». C'est l'espoir qui reste aux compagnies productrices d'électricité - nous disons : aux électriciens - partisans de l'énergie nucléaire, et à tous ceux qui avaient apprécié le dynamisme et le réalisme de l'administration Bush dans ce domaine : espoir que la commission fasse apparaître une solution véritable, alors que le stockage de Yucca Mountain est passé à la trappe ; espoir qu'on en vienne à des projets réalistes de retraitement d'éléments combustibles usés. Sans entrer dans ce chapitre dans le débat de fond, on peut dire brièvement que le

retraitement permettrait aux Etats-Unis, en premier lieu, de réduire l'encombrement des installations d'entreposage (stockage provisoire) nécessaires au voisinage des réacteurs, et en second lieu, de réduire le volume de déchets à vie longue à placer un jour dans un stockage souterrain. Il est possible que Barack Obama, après des débuts orientés vers la réalisation de ses promesses quant aux énergies renouvelables, devienne réaliste et comprenne qu'elles ne suffiront pas : le nucléaire est une des clefs pour le futur ; et pour que les investisseurs construisent des réacteurs, il ne faut pas qu'ils trouvent devant eux un obstacle majeur quant aux déchets.

La crise économique conduit à une baisse de la demande d'électricité dans la plupart des pays du monde, sauf en Asie du Sud-Est. Mais c'est sans doute une baisse momentanée et, finalement, assez peu de projets ont été officiellement reportés. On constate seulement un certain attentisme compréhensible.

Ce qui n'a pas été reporté, ce sont les élections ! En Belgique, le nouveau gouvernement a décidé de prolonger de dix ans l'exploitation des trois centrales (sur sept dans le pays) qui devaient être arrêtées pendant cette législature, suivant la loi en vigueur jusqu'ici. De même en Allemagne, la nouvelle coalition vient de confirmer son intention de maintenir en service les réacteurs nucléaires réunissant toutes les conditions d'une exploitation sûre. Suivant la loi en vigueur jusqu'ici, sept réacteurs auraient dû fermer dans l'année 2010. Il est juste temps ! En Allemagne comme en Belgique, ces décisions sont accompagnées de concessions demandées par le gouvernement aux électriciens. On imagine que cela donne à peu près ceci : *Maintenir en service des centrales amorties va te rapporter de gros bénéfices d'exploitation, tu vas en rétrocéder une partie pour financer le développement des autres sources d'énergie, celles qui ne produisent pas de CO₂ !* On n'en est pas à envisager de construire pour autant de nouveaux réacteurs nucléaires. On comprend qu'il faut d'abord que le nucléaire retrouve une image plus positive dans le public.

Pour la Chine, on a vu dans le numéro de juin les perspectives gigantesques de développement du nucléaire civil. Areva serait, d'après *Le Monde* du 8 septembre, à la recherche d'un partenariat global avec ce pays. Un projet d'usine de retraitement et de recyclage de plutonium, équivalente à La Hague + Mélox, serait toujours au stade des discussions.

L'Inde aimerait que 40 % de ses besoins en électricité soient couverts par le nucléaire vers le milieu du siècle. Mais pour elle, l'essentiel serait produit avec un combustible au thorium, dont le pays contient de très grandes réserves, au lieu d'uranium. Il faut naturellement développer pour cela des installations industrielles différentes de celles qui produisent et retraitent le combustible à l'uranium. Jusqu'au jour où elle s'en sera dotée, l'Inde travaillera avec les pays comme la France, la Russie et les Etats-Unis, avec des réacteurs alimentés à l'uranium.

Tous les pays doivent se soucier de l'approvisionnement en combustible pour alimenter leurs programmes. Il faut de l'uranium naturel, de l'enrichissement, de la production d'éléments combustibles (cf. chapitre 2). Areva, qui doit fournir à l'Inde au moins deux EPR¹ ainsi que le combustible pour l'alimenter, est prêt à offrir à ce pays une participation dans une mine d'uranium d'Afrique (*Bloomberg* du 14 octobre). D'autre part Areva est en train de monter avec Kazatomprom des co-entreprises permettant de produire et de vendre des éléments combustibles non seulement au Kazakhstan, mais dans les pays d'Asie centrale qui pourraient être intéressés.

Disons quelques mots de la Russie. Ce n'est pas pour parler de leur programme de construction de grandes centrales, car il n'y a guère de nouvelles à ce sujet. Ce qui mérite d'être évoqué, c'est la mise en construction de la première centrale d'une série de sept : des centrales flottantes sur barge, stabilisées par des pilotis ! *L'Usine Nouvelle* du 10 septembre et *Sciences et Avenir* du 1^{er} octobre donnent quelques détails : il s'agit – c'est bien connu – de la technologie des sous-marins et brise-glace soviétiques, à cela près qu'on utilise un uranium moins enrichi, en dessous de 20 %

¹ EPR: European Pressurised water Reactor, réacteur franco-allemand de 1600 mégawatts, 1 600 000 kilowatts, de 3ème génération.

d'uranium 235. La centrale est composée de deux réacteurs de 35 mégawatts² chacun, garantis 38 ans par le constructeur. La centrale est assemblée à Saint-Pétersbourg, puis sera acheminée par mer sur le lieu d'exploitation. La première exploitation commerciale est prévue en 2012 dans un port de la péninsule du Kamtchatka, dans l'Extrême-orient russe. Les six suivantes seraient destinées à des zones isolées de l'Arctique russe. Chacune pourrait fournir l'électricité à 200 000 personnes. On peut aussi envisager de s'en servir pour dessaler l'eau de mer, ou pour des applications industrielles.

On ne fera pas dans ce numéro l'inventaire de tous les projets de centrales nucléaires dans le monde. Mais il est intéressant de revenir toujours à ce sujet vital : comment former pour tous ces projets cadres et techniciens ? Pour ce qui concerne ses cadres, Areva a inauguré début juillet son *premier campus international, sous la marque Areva Université (Liaisons Sociales du 1^{er} septembre)*, pour les *nouveaux ingénieurs et managers d'Areva, venus de toutes les latitudes*. On en attend 3000 par an. *Prochaine étape : l'ouverture de campus au Moyen-Orient, en Chine et aux Etats-Unis.*

[Retour sommaire](#)

2. Explications sur le cycle du combustible et les déchets

2.1 Donner une vue d'ensemble sur le nucléaire

Le nucléaire est un secteur un peu complexe, comme la biologie, la chimie ou l'électricité. Mais les gens souffrent plus, semble-t-il, de ne pas tout bien comprendre.

Les retraités du nucléaire ont la chance d'avoir plus facilement une vue d'ensemble. Ils désirent, dans *Energies et Médias, expliquer pour mieux faire partager leur confiance*. Ils espèrent que les journalistes, qui ne sont évidemment pas tous des spécialistes, peuvent y trouver des explications, des éclaircissements qui leur manquent, susceptibles de les aider à l'avenir.

Dans ce numéro, il est surtout question de ce qu'on fait entrer dans les réacteurs et de ce qui en sort, « *le cycle du combustible et les déchets* ».

2.2 Le cycle du combustible et les déchets

Le mot « cycle » veut dire que c'est une série d'opérations, et évoque l'idée du recyclage.

Le cycle est long dans le temps, il s'étend sur au moins 15 ans :

- parce qu'il y a beaucoup d'opérations en des lieux éloignés les uns des autres,
- parce que le combustible « brûle » lentement dans le cœur du réacteur, cela prend plusieurs années,
- parce qu'on laisse passer du temps entre la fin de l'irradiation du combustible et son retraitement pour mettre à profit la décroissance naturelle des atomes radioactifs ;
- reconnaissons aussi que, pour certaines matières, on a l'intention de les recycler dans les futurs réacteurs à neutrons rapides, très économes en uranium, l'avenir de l'énergie sans doute ; les travaux de recherche et développement prennent du temps. L'important est d'être prêt avant qu'on commence à voir le bout des réserves naturelles de ce métal.

Pour donner brièvement au lecteur les éléments principaux nécessaires pour comprendre le cycle du combustible et les déchets, nous avons choisi la forme d'un tableau. Il s'agit ici du *cycle du combustible pour des réacteurs alimentés par des combustibles à l'uranium utilisés dans des*

² 35 mégawatts = 35 000 kilowatts

réacteurs refroidis à l'eau, comme ceux que nous avons en France. Quant aux déchets, ne sont évoqués que ceux qui concentrent 95 % de l'activité, les déchets de haute activité initiale et à vie longue.

La première colonne indique le nom de l'étape du cycle, et ses phases principales.

La deuxième colonne pointe un tout petit nombre de choses qu'il est essentiel d'avoir comprises.

La troisième colonne s'intitule « vocabulaire ». Pourquoi ?

- parce que des confusions énormes entre les mots, dans ce qu'on lit, conduisent à se révolter pour rien,
- parce qu'on voit souvent appeler déchets des choses qui n'en sont pas. Il est vrai que la même chose, suivant le pays dont il s'agit, peut être un déchet ou une matière recyclable à moyen ou long terme, en fonction du souhait du pays de s'en servir, ou non.

Un tableau est certes une forme un peu sèche pour expliquer, mais présente l'intérêt d'être facile à consulter, et concis.

[Retour sommaire](#)

Le cycle du combustible

Etape Opérations principales	Bien comprendre	Vocabulaire
Mine Sélectionner et extraire les roches permettant une production rentable : les minerais d'uranium (U)	. Les teneurs en U des minerais sont très variables : de quelques g/tonne à quelques kg/tonne. . Cet U naturel, pratiquement partout sur Terre, contient : 0,7 % d'U 235 99,3 % d'U 238.	
Traitement du minerai / Concentration Produire un <i>concentré</i> facile à transporter - Fragmentation pour obtenir presque une poudre - Traitement chimique	. Le but est de laisser sur place ce qui n'est pas l'uranium. . Le traitement aboutit à un concentré qui est un composé chimique de l'U. . On choisit de fabriquer celui qui est le plus facile à produire à partir de ce minerai. . On achète le concentré à un prix par kilo d'U contenu.	. Presque tous les composés chimiques d'U utilisés comme concentrés - uranates ³ - oxyde UO ₄ sont jaunes ⁴ . . On appelle ces concentrés <i>yellow cake</i> . . Ne pas dire qu'un <i>concentré</i> est un minerai. . Ne pas parler ici d'enrichissement en U, mais de <i>concentration</i> .
	N.B. L'uranium de retraitement (URT) séparé par l'usine de retraitement est aussi sous la forme d'un concentré, aux alentours de 1 % d'U 235. C'est donc encore de l'uranium enrichi.	

³ Suivant les usines, ce peut être le diuranate d'ammonium, l'uranate de magnésium ou de sodium, ou un oxyde.

⁴ Mais l'oxyde U₃O₈ est presque noir.

Étape Opérations principales	Bien comprendre	Vocabulaire
Raffinage/ Conversion . Purifier le concentré (purification chimique) . Le transformer en UF_6 , composé d'U alimentant les usines d'enrichissement . Concentré $\rightarrow UF_4$. $UF_4 \rightarrow UF_6$ répondant aux normes pour alimenter les usines d'enrichissement	Il s'agit encore, à cette étape, d'uranium naturel : 0,7 % d'U 235 99,3 % d'U 238 N.B. Dans le cas de l'uranium de retraitement, le concentré (produit à La Hague) doit aussi subir l'étape de conversion en UF_6 .	UF_6 : <i>hexafluorure d'uranium</i>

Enrichissement UF_6 naturel $\rightarrow UF_6$ enrichi, c'est-à-dire dont l'U est enrichi en U 235, de l'ordre de : 4 % pour les centrales, > 90 % pour les applications militaires. Diffusion gazeuse ou centrifugation Cascade d'appareils en série	. A un bout sort l' UF_6 enrichi, . à l'autre un sous-produit, l' UF_6 appauvri, dont . une faible part est recyclée à court terme en mélange avec le plutonium sous forme de combustible Mox ⁵ . certains UF_6 appauvris peuvent être ré-appauvris, en France ou à l'étranger, pour produire un peu d'U enrichi ⁶ . le reste est entreposé.	L' UF_6 appauvri entreposé n'est pas un déchet. . cf. col. 2 ci-contre . pour les réacteurs de 4 ^{ème} génération ⁷ , à neutrons rapides ⁷ , ce sera un excellent concentré. En attendant, Areva le transforme en oxyde pour un entreposage plus sûr.
--	--	---

Fabrication de pastilles d'oxyde UO_2 . UF_6 enrichi $\rightarrow UO_2$ enrichi en poudre, par traitement chimique à chaud . Pastillage, traitement thermique		On appelle <i>pastille</i> un petit cylindre d'environ un centimètre cube. C'est une vraie céramique.
--	--	---

Fabrication d'éléments combustibles . Empilement de pastilles dans de longs tubes de <i>zircaloy</i> . Soudage d'embouts \rightarrow étanchéité . Montage des tubes à travers des grilles spéciales, \rightarrow éléments combustibles	Un élément combustible comprend par exemple 17 rangées de 17 tubes de 5 mètres de long, contenant le combustible UO_2 , tenus ensemble par un squelette métallique, en particulier les grilles. Dans le cœur du réacteur, entre les tubes verticaux, l'eau circulera en circulation forcée pour emporter la chaleur produite dans l' UO_2 par les neutrons.	. Le <i>zircaloy</i> est un alliage de zirconium. <i>Zircaloy</i> est une marque. . Un <i>élément combustible</i> est aussi appelé <i>assemblage combustible</i> .
--	--	---

⁵ Mox veut dire "mélange d'oxydes", oxyde d'uranium UO_2 et oxyde de plutonium PuO_2 .

⁶ Cf. *Energies et Médias* n° 26 de juin 2008, § 3.2.3

⁷ Sans entrer dans la physique, disons que les neutrons rapides sont capables de casser, de « fissionner », l'atome d'uranium 238, ce que ne savent pas faire les neutrons thermiques, ou neutrons lents, de nos réacteurs à eau.

Étape Opérations principales	Bien comprendre	Vocabulaire
Chargement des éléments combustibles dans le cœur du réacteur en position verticale, plongés dans l'eau	Des emplacements dans le cœur sont laissés libres pour le passage des barres de contrôle (matériau absorbant les neutrons) qui permettent le réglage de la réactivité.	
Irradiation Phase statique où les neutrons produisent la chaleur dans l'UO ₂ , l'eau l'évacue et tourne en rond sur des échangeurs de chaleur appelés générateurs de vapeur	La fission (coupure en deux) des atomes d'uranium conduit à des atomes plus légers. Des captures de neutrons conduisent à des atomes un peu plus lourds.	Les atomes plus légers sont appelés <i>produits de fission</i> . Les atomes un peu plus lourds s'appellent <i>actinides</i> : plutonium, américium, neptunium, curium.
Déchargement, puis entreposage des éléments combustibles usés	Quelques années d'entreposage sont nécessaires pour assurer le refroidissement (température, radioactivité) des éléments combustibles.	On dit : <i>combustible usé</i> , ou <i>combustible irradié</i> , ou <i>combustible usagé</i> .
Retraitement (si c'est la politique du pays) Séparer les matières recyclables des déchets ultimes . Cisailage des embouts . Attaque chimique . Séparation chimique . Production de concentré de plutonium . Production de concentré d'uranium . Vitrification des déchets ultimes (de haute activité initiale et à vie longue)	. La date du retraitement est déterminée en fonction des besoins de recyclage de plutonium (voir Recyclage). . Les déchets radioactifs (de haute activité initiale et à vie longue) sont <i>incorporés dans la matrice du verre</i> (cf § 2.5.3).	Les anciens disent « retraitement ». Areva dit « traitement ». Pour les anciens, le « traitement » était celui des minerais. L'uranium a gardé le nom : uranium de retraitement (URT).

Trois remarques en passant :

- Cogema, aujourd'hui Areva, a fait l'ingénierie de l'usine japonaise de retraitement en construction. Les Japonais ont choisi de faire différemment des Français la vitrification. Toute la partie de l'usine avant la vitrification fonctionne parfaitement. C'est seulement cette vitrification qu'ils ne parviennent pas à faire fonctionner, et le démarrage de l'usine est sans cesse reporté de ce fait.
- Les Japonais doivent être satisfaits d'Areva puisque, d'après *Bloomberg* du 16 octobre, Areva SA va construire chez eux une nouvelle usine de retraitement afin d'augmenter la capacité disponible dans le pays.
- Les Anglais, utilisant le procédé français de vitrification, ont sous-dimensionné leur installation. Au prix d'investissements importants ils sont en train de surmonter leurs difficultés.

Étape Opérations principales	Bien comprendre	Vocabulaire
Recyclage		
Plutonium (Pu)	Le Pu des combustibles usés de nos réacteurs à eau contient trop de Pu 240 et 242 pour avoir un intérêt militaire.	
Fabrication de combustible Mox (à très court terme) La fabrication de pastilles de Mox comprend <ul style="list-style-type: none"> . le mélange des poudres d'oxyde d'uranium et d'oxyde de plutonium, . les mêmes opérations que pour l'UO₂, ci-dessus. Elle se fait dans une usine spécifique (Melox).	EDF commande à Areva le retraitement d'éléments combustibles en fonction de ses besoins à court terme de Pu pour la fabrication de combustible Mox.	
Fabrication de combustible pour réacteurs à neutrons rapides (à long terme)	EDF conserve à La Hague une partie des éléments combustibles usés sortant de ses centrales, pour les retraiter en temps utile.	
Uranium de retraitement (URT)	Il contient en moyenne <ul style="list-style-type: none"> . 1 % d'U 235 (ou un peu moins) . une partie par milliard d'U 236 qui est un poison à neutrons. La perte de réactivité est compensée dans le combustible par une teneur plus élevée en U 235.	
Réenrichissement pour emploi à court terme	Dans le cas de l'uranium de retraitement, il faut réenrichir l'UF ₆ dans une installation dédiée pour ne pas polluer les autres fabrications avec de l'U 236. Ce n'est pas possible avec la diffusion gazeuse. On peut aussi, éventuellement, obtenir l'enrichissement désiré par mélange avec un uranium plus riche, si l'on peut en disposer.	Dans les contrats d'enrichissement à l'étranger, l'UF ₆ appauvri reste la propriété de l'enrichisseur. Ce n'est pas un déchet, mais une matière recyclable (par exemple dans des réacteurs à neutrons rapides ⁸).
Entreposage pour recyclage différé	Stock stratégique <ul style="list-style-type: none"> . pour emploi en cas de pénurie, . pour recyclage dans des réacteurs à neutrons rapides 	

⁸ La Russie a un réacteur à neutrons rapides de 600 mégawatts (600 000 kilowatts) en fonctionnement et a l'intention d'en construire deux de 800 mégawatts près de Tomsk dans les prochaines années.

Après ce tableau un peu aride, *Energies et Médias* veut apporter quelques éclaircissements sur un certain nombre de questions évoquées à leur façon par les antinucléaires dans deux émissions de télévision récentes :

- *Au pays du nucléaire*, sur France 2 le 17 septembre, était centrée sur le retraitement des combustibles usés et le climat psychologique autour de l'usine de La Hague.
- *Déchets Le cauchemar du nucléaire*, sur ARTE le 13 octobre, reportage par Eric Guéret et Laure Noualhat.

[Retour sommaire](#)

2.3 L'utilité du retraitement des combustibles usés

2.3.1 Recycler tout ce qu'on peut

Une remarque simple tout d'abord : Le nucléaire est bien le seul secteur d'activité où des écologistes critiqueraient l'idée de recycler les matières réutilisables ! Et pourquoi ? Dans les autres domaines, on vous dit plutôt : vous devez récupérer ces matières, même si cela vous coûte !

2.3.2 Les réacteurs à neutrons rapides sont très probablement l'avenir

Les opposants prétendent souvent que le nucléaire n'a pas d'avenir, du fait que les ressources en uranium seront épuisées avant, disons, la fin du siècle. Ils induisent les gens en erreur !

- D'une part, à côté de l'uranium, il y a le thorium, l'autre atome naturel qui permet de produire de l'énergie nucléaire. La croûte terrestre en contient trois fois plus que d'uranium.
- Mais pour en rester à l'uranium, il faut considérer comme très probable l'arrivée sur le marché, à maturité vers 2040, de réacteurs de 4^{ème} génération à neutrons rapides (également appelés « *réacteurs rapides* », ou « *rapides* » tout court). Pourquoi ? Ils présentent un intérêt majeur : pour fabriquer un kilowattheure, ils consomment entre 50 et 100 fois moins d'uranium naturel que les réacteurs actuels à neutrons lents. Cela permet d'utiliser des sources d'uranium pauvres et chères qui ne sont pas comptées dans les réserves destinées à nos réacteurs actuels. On peut être confiant quant à l'aboutissement du développement de ces réacteurs rapides car on en a déjà construit en France un gros, de 1300 mégawatts. Ce fut une réussite relative⁹, son fonctionnement a donné une quasi-assurance qu'on pourra construire un réacteur rapide industriel. Les pays du Forum International Génération 4 travaillent pour développer les versions fiables et économiques dont le monde aura besoin.

*Avec les rapides,
les réserves d'uranium appauvri accumulées dans le monde et
les ressources en minerais pauvres en uranium
permettront de produire de l'énergie nucléaire par fission
pendant un ou plusieurs millénaires.*

⁹ Superphénix, réacteur rapide de 1200 mégawatts, 1 200 000 kilowatts, était un remarquable prototype. Au cours de ses derniers mois de fonctionnement, il a fait preuve d'une régularité remarquable. Mais il n'a pas été accepté par le public et par certains politiciens. Les quelques incidents ont été bien exploités par les opposants pour imposer de longues procédures administratives, et finalement, l'abandon de son exploitation.

2.3.3 Le retraitement sera indispensable pour les réacteurs rapides surgénérateurs

Le retraitement est indispensable pour faire fonctionner les réacteurs rapides :

- Pour constituer le premier cœur d'un tel réacteur, il faut une bonne dizaine de tonnes de plutonium. Il faut donc avoir accumulé, en temps utile, cette masse importante de plutonium pour chaque réacteur rapide construit. Cela ne sera possible que par retraitement de combustibles usés de nos réacteurs à eau.
- Deuxièmement, dans les éléments combustibles des réacteurs rapides, on incorporera de l'uranium 238¹⁰. Après une première phase d'irradiation où cet uranium 238 sera pour partie devenu du plutonium 239, on sortira ces éléments combustibles, et *on les retraitera* pour en extraire ce plutonium ; lequel sera recyclé pour constituer la majeure partie du combustible de ces réacteurs rapides.

Il est donc très important de
conserver notre savoir faire sur le retraitement
pour en disposer encore le jour où l'industrie des rapides prendra son essor.

On comprend aussi que c'est la raison pour laquelle les antinucléaires s'opposent au retraitement ! Pour eux, le risque que le nucléaire continue longtemps à être utilisé diminuerait beaucoup si l'on perdait le savoir faire pour le retraitement !

[Retour sommaire](#)

2.3.4 L'utilité du retraitement aujourd'hui. Le recyclage des matières fissiles séparées par le retraitement

Dans les réflexions des ingénieurs du nucléaire dans ses débuts, les réacteurs rapides devaient prendre leur essor dès les années 1990, et le retraitement des combustibles usés permettait de préparer le plutonium nécessaire.

Les rapides ont pris du retard du fait d'une appréhension du public vis-à-vis du sodium, due à un manque d'explications sur les parades que les ingénieurs ont très tôt conçues (cf. *Energies et Médias* n° 26, juin 2008, § 3.1). En France on a fermé Superphénix pour des raisons administratives, et les politiques ont décidé de ne pas le redémarrer, alors que les experts de tous bords demandaient qu'on le remette en service ! On s'en mord les doigts aujourd'hui où les pays qui comptent, dont la Russie, la Chine, le Japon et l'Inde, et bien sûr la France, travaillent tous sur les réacteurs à neutrons rapides.

En attendant, on exploite les réacteurs à eau. *Energies et Médias* suggère au lecteur, pour comprendre ce qui lui a paru trouble dans les explications de Laure Noualhat, de se reporter au tableau du chapitre 2.2. On y explique brièvement, en particulier, le retraitement des combustibles usés et le recyclage des matières fissiles.

On retraite une grande partie du combustible usé sortant des réacteurs d'EDF, et on recycle le plutonium sous forme de combustible Mox. Ce qui n'est pas retraité le sera plus tard, EDF s'y est engagée : beaucoup de plutonium sera nécessaire pour constituer les premiers cœurs des réacteurs rapides (cf. § 2.3.3).

L'uranium de retraitement (URT) est de l'uranium enrichi à des teneurs en uranium 235 de l'ordre de 1 %, ou un peu inférieures. Il est d'un usage un peu plus difficile que l'uranium naturel car il contient un tout petit peu d'uranium 236 qui est un poison pour les neutrons et oblige à compenser

¹⁰ On a en particulier l'uranium appauvri sous-produit de l'enrichissement, et l'uranium de retraitement.

par un enrichissement plus élevé en uranium 235, et un tout petit peu d'uranium 232 dont les descendants, qui se forment assez rapidement, sont fortement radioactifs bêta et gamma. Son coût d'emploi est donc un peu plus élevé que celui de l'uranium naturel. Mais c'est tout de même une bonne matière fissile. La proportion recyclée à court terme est faible aujourd'hui. Le reste pourra être utilisé dans les réacteurs rapides s'ils viennent à se développer comme on le pense, et, en attendant, il sert de stock stratégique pour le cas où il y aurait une guerre ou une grave défaillance de la production minière par rapport aux besoins.

2.4 L'impact du retraitement à La Hague sur l'environnement

On explique dans l'émission de *France 2* sur La Hague qu'Areva gagne beaucoup d'argent avec le retraitement, et la commentatrice ajoute sur un ton sentencieux, comme si cela allait de soi : *Ce qui rapporte le plus pollue le plus !*

C'est évidemment faux ! Tout est fait en suivant scrupuleusement les prescriptions de l'Autorité de Sûreté Nucléaire, l'ASN. Et l'ASN a examiné les dossiers présentés par les exploitants, pour ne permettre que ce qui ne présente pas de risque pour le personnel et pour la population.

2.4.1 Les rejets gazeux

Prenons l'exemple des rejets gazeux radioactifs dans l'air à La Hague. On nous parle du krypton 85, et on nous dit dans les deux émissions, comme si c'était scandaleux, qu'on peut, en suivant sa trace à distance, dire à quelle heure on a cisailé les éléments combustibles ! Quelle importance ? Le krypton est un gaz inerte, il ne se fixe donc sur rien, ni sur le corps, ni sur les aliments. Il n'a, par conséquent, pas d'impact sur l'homme et l'environnement ! C'est pourquoi la norme de rejet dans l'atmosphère est un chiffre très élevé. Pourquoi ne le dit-on pas au téléspectateur ?

2.4.2 Les rejets liquides

Venons-en aux effluents liquides de l'usine : eaux de pluie, mais aussi certains éléments radioactifs provenant du traitement. Il nous faut expliquer au lecteur que l'usine les évacue en mer par une canalisation sous-marine de 60 centimètres de diamètre qui aboutit à environ un kilomètre de la côte. C'est l'endroit de France où le courant marin est le plus puissant, le célèbre Raz Blanchard, ce qui permet une dilution très rapide. Les rejets ne sont d'ailleurs autorisés qu'aux heures de la journée où il est le plus puissant, en fonction des marées.

Naturellement Areva contrôle les sédiments, les algues et les fruits de mer en de nombreux points alentour, en particulier sur toutes les plages de la région. Les impacts potentiels sur la santé sont calculés, envoyés aux autorités et évalués par le GRNC, Groupe de Radioécologie Nord-Cotentin¹¹. Les résultats sont publiés et donnent lieu à une conférence de presse annuelle au cours de laquelle les résultats sont commentés.

¹¹ GRNC, Groupe de radioécologie Nord-Cotentin, experts de tous horizons (scientifiques, industriels, associatifs) initialement réunis pour évaluer les risques de leucémie pouvant résulter des expositions des populations du Nord-Cotentin aux rayonnements ionisants.

La dernière étude¹² montre que
la dose¹³ reçue par des adultes vivant au plus près de ces rejets
et consommant leurs propres produits,
y compris des pêcheurs ayant pêché à l'endroit le plus proche
du point de rejet de l'usine,
ne dépasse pas 16 microsievverts par an.
La norme pour la population est 1000 microsievverts par an.

Toute personne ou organisation peut de même faire des prélèvements et des mesures si elle le veut. Ainsi pour La Hague, un laboratoire régional indépendant fait des mesures régulièrement pour le compte de la Commission Spéciale Permanente d'Information, CSPI, et les publie.

L'émission ne disait pas tout cela, qui est tout à fait positif et satisfaisant. Elle passait cependant de longs moments sur ce sujet. On voyait l'ACRO emmener des enfants prélever des sédiments au bord de la mer dans la baie d'Ecalgrain, au point le plus proche de l'émissaire de la canalisation de rejet Areva ; puis, quelque temps après, rendre visite au laboratoire Areva. L'ingénieur présentait un graphique montrant des fourchettes de chiffres 5 fois plus élevés pour la baie d'Ecalgrain que sur les plages alentour. Il indiquait que le résultat trouvé par l'ACRO sur l'échantillon des enfants concorde avec ceux d'Areva pour cette baie. Ce qu'il a dû ajouter, mais qu'on n'entend pas dire dans le reportage télévisé, c'est que même ces chiffres plus élevés sont tout à fait admissibles, comme on vient de le voir, puisqu'ils correspondent à des doses plus de 60 fois inférieures à la norme internationale !

2.4.3 Fixation des normes de rejet

Laure Noualhat affirme, en se moquant, que l'ASN fixe les normes à l'usine en fonction de ses besoins de fabrication, au lieu que ce soit en fonction du risque sanitaire : d'après elle, quand la production augmente, l'ASN accepterait de remonter la norme. Une séquence filmée montre M. Lacoste répondre qu'il ne se laisse pas facilement convaincre de le faire.

Deux choses à dire à ce sujet, en prenant pour exemple La Hague :

- Pour le premier atelier construit, UP2-400, les autorités sanitaires avaient défini les normes acceptables pour l'homme et pour l'environnement.
- Avec l'arrivée de combustibles de réacteurs à eau légère et les améliorations de traitement rendues nécessaires, rapidement les rejets sont tombés très bas (10 à 20 fois plus bas que la norme suivant les radionucléides, à l'exception du krypton et du tritium). L'autorité de sûreté a alors changé la norme pour ne pas laisser à l'exploitant trop de confort risquant de le rendre laxiste.

D'une façon plus générale, s'il juge que l'usine serait capable de faire beaucoup mieux, c'est-à-dire d'avoir des teneurs de rejet, ou des taux d'exposition du personnel, beaucoup plus faibles que ce qui résulterait du seul risque sanitaire, M. Lacoste imposera une norme presque aussi faible afin d'*obliger toujours l'industriel exploitant à faire de son mieux* ; mais si celui-ci lui démontre un jour que ce n'est plus tenable parce que quelque chose a changé, il n'est pas impossible que M. Lacoste relâche un tout petit peu la norme, sachant que la marge restera considérable par rapport au risque sanitaire.

¹² *Appréciation par le GRNC de l'estimation des doses présentées dans le rapport annuel de surveillance de l'environnement d'AREVA-NC La Hague - année 2006.* Ce document est approuvé par AREVA, EDF, les experts étrangers, des universitaires du CNRS, le CEA/DAM (Direction des applications militaires), le CEPN (Centre d'étude sur l'évaluation de la protection nucléaire), le GSIEN (Groupement des scientifiques pour l'information sur l'énergie nucléaire, avec Monique Séné qui intervenait dans l'émission), l'ACRO (Association pour le contrôle de la radioactivité de l'Ouest), l'IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire), l'ASN, l'OFSP (Office fédéral de la santé publique, avec Christian Murith - personnalité Suisse - président le GRNC).

¹³ La dose est la mesure de l'impact de la radioactivité sur le corps, sur la santé.

2.4.4 La mise en scène de l'émission sur La Hague

Juste quelques mots sur la mise en scène de cette émission sur La Hague.

- On trouve quelques personnes pour prétendre que le personnel se garde de jamais parler de son usine. Motus et bouche cousue ! Naturellement, *c'est le contraire : chacun est fier de cette usine impeccable, à la pointe de la technique mondiale.*
- On nous montre de façon insistante des barbelés de clôture : le téléspectateur, sans doute, ressent une menace !
- Les maires qu'on fait parler manifestent leur soutien à l'usine. On leur demande alors quel bénéfice leur commune en tire, cela, bien sûr, *pour mener le téléspectateur à conclure : ils ne critiquent pas pour ne pas risquer de perdre ces beaux budgets et de nombreux emplois, mais il doit y avoir des choses à critiquer, qu'ils taisent !*
- On nous fait assister à plusieurs réunions de Commissions Locales d'Information. Celle de l'usine de La Hague s'appelle Commission Spéciale Permanente d'Information. Chose curieuse, chaque séquence filmée se termine par une absence de réponse à une question. Visiblement, *le découpage des séquences est fait pour donner au téléspectateur le sentiment que les responsables du nucléaire ne fournissent pas les informations principales, ce qui n'est pas du tout la réalité.* Voici un exemple : Quelqu'un pose, devant la caméra, la question au représentant d'Areva : *Quel est le principal risque que vous craignez ?* Le représentant d'Areva ne donne pas de réponse, il propose au questionneur d'en parler ailleurs. Comment réagit le téléspectateur ? Il en déduit sans doute avec un frisson qu'il y a des risques cachés ! Bien joué ! Mais réfléchissons ! Si c'était vous, cher lecteur, lors d'une réunion quasi-publique, qui plus est, filmée pour la télévision, à qui on posait, pour votre domicile, cette même question : *« que craignez-vous le plus ? »,* répondriez-vous ?! Indiqueriez-vous que vous n'êtes pas tout à fait certain que ceci ou que cela ?

[Retour sommaire](#)

2.5 Les déchets

2.5.1 La mise en scène aussi

Vers la fin de cette même émission sur La Hague, on en vient au Centre de Stockage de la Manche de l'ANDRA¹⁴, situé tout à côté de l'usine de retraitement. Il s'agit du premier stockage, essentiellement de déchets de faible et moyenne activité et à vie courte¹⁵ en France, exploité de 1969 à 1994 (avant la mise en exploitation du Centre de Stockage de l'Aube, dont la conception a tenu compte de l'expérience de la Manche). La matière radioactive s'y trouve sous une forme très hétérogène. La Commission Turpin, vers 1980, a établi que, en plus des déchets à vie courte, on avait environ 95 kg de plutonium. Elle a jugé que la situation était cependant assez bonne, l'impact radiologique du centre étant minime.

La faiblesse technique de ce stockage est que, la surface disponible étant exiguë, on a dû, sur ses flancs, donner une forte pente aux talus c'est-à-dire à la membrane bitumineuse assurant l'étanchéité, et à la terre qui la recouvre. Dans le reportage, on nous parle d'affaissements progressifs limités, de cette terre en certains points au sommet du talus.

Le reportage nous fait assister à une réunion de la Commission Locale d'Information propre au Centre, avec une critique exprimée par un ancien membre du personnel. Au moment où le représentant de la Direction vient de lui répondre qu'on sait déjà ça et qu'on en tient compte, quelqu'un coupe court brutalement à l'échange et la séquence se termine. Encore une fois, le

¹⁴ ANDRA : Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs

¹⁵ Vie courte veut dire que les éléments radioactifs contenus dans le déchet ont en principe tous une période inférieure à 31 ans. La période d'un élément radioactif est le temps au bout duquel la moitié de ses atomes ont disparu par désintégration radioactive.

reportage donne l'impression que les gens du nucléaire coupent les échanges d'information. Or, renseignements pris, au cours de cette réunion, tout ce qu'il y avait d'utile à dire avait été correctement dit. L'ANDRA est en train de préparer une proposition de travaux à présenter à l'Autorité de Sûreté pour stabiliser le stockage.

De façon beaucoup moins nuancée, l'émission de Laure Noualhat sur *ARTE* force la dose !

- Le titre : *Le cauchemar du nucléaire*.
- Pour les Français, ce qui est important, ce sont les déchets du nucléaire civil aujourd'hui. Mais le reportage commence par mettre le téléspectateur mal à l'aise en lui montrant des restes de fûts tout rongés, restes de fûts de déchets radioactifs rejetés en mer par tous les pays dans les débuts du nucléaire¹⁶,
- puis on nous montre Hanford, le site du Projet Manhattan où, pendant la guerre, les Américains ont réussi, dans le secret et la hâte, à devancer Hitler pour confectionner la bombe atomique. Le résultat est qu'on est loin aujourd'hui d'être venu à bout d'une certaine pollution radioactive.
- On nous montre ensuite infiniment pire. On passe beaucoup de temps au bord de la Tetcha, en Russie, là où l'URSS a cherché à rattraper les Etats-Unis dans la course à la bombe, et a fait preuve d'un manque affreux de scrupules vis-à-vis des populations et de l'environnement.

Tout cela avant d'en venir sans transition au nucléaire civil. On peut penser que le téléspectateur terrorisé a conservé son angoisse lorsqu'on se met à lui parler du nucléaire civil en France et ailleurs. N'est-ce pas de la manipulation ?

[Retour sommaire](#)

2.5.2 Un avion en vol sans piste d'atterrissage. Le sort des déchets

Le nucléaire est comparé à un avion en vol sans piste d'atterrissage ! Pourquoi ? A cause de ses déchets ! Les antinucléaires clament encore et toujours qu'on n'a pas de solution pour les déchets de haute activité et à vie longue.

Le public les croit peut-être moins aujourd'hui, ayant appris que les Finlandais et les Suédois ont choisi le site pour leurs déchets, avec l'accord de la population. En Suède, il y a même eu compétition entre deux communes qui souhaitaient être choisies ! Ajoutons qu'un stockage fonctionne aux Etats-Unis depuis dix ans pour les déchets de moyenne activité et à vie longue.

Mais parlons de la France :

En 2006 ont eu lieu à l'Assemblée Nationale, puis au Sénat les débats en vue du vote de la nouvelle loi sur la politique des déchets. Exposés remarquablement intéressants et clairs par le CEA et l'ANDRA, à l'issue des 15 ans de travaux prescrits par la loi Bataille de 1991, exposés suivis de questions.

Toutes les conclusions étaient positives.

Il apparaissait possible, sous réserve d'investigations supplémentaires pour préciser le lieu et le détail de la construction, de créer un site en Haute-Marne ou dans la Meuse.

Un échéancier a été fixé.

Appelle-t-on cela « pas de solution » ?

¹⁶ On nous dit que c'est interdit depuis 1993. En réalité, cette pratique avait été abandonnée par tous les pays depuis de très nombreuses années ; non pas en raison de l'impact réel sur l'environnement, mais en raison de l'effet très négatif qu'elle a engendré dans l'esprit des gens.

Ajoutons que, en attendant le jour où l'on pourra ouvrir ce site, les déchets sont entreposés en toute sécurité.

Donc si ! Il y a bien toutes les pistes d'atterrissage nécessaires !
Encore une fois,
les antinucléaires excitent la peur de la population en déformant la réalité.

Un détail de grande importance : on dit, dans le film d'Eric Guéret et Laure Noualhat, que quand les colis de déchets seront percés, *les blocs de déchets vitrifiés relâcheront dans l'eau leur radioactivité, et il faudra compter sur l'argile pour les retenir : on est en train de regarder la question.*

Il est vrai que l'on compte sur l'argile comme élément du multiple confinement des déchets. Mais, dit comme cela, on donne l'impression que le bloc de verre laissera fuir librement la radioactivité qu'il contient. C'est omettre la caractéristique majeure de ces verres :

Les produits radioactifs font partie de la matrice des blocs de verre, exactement comme le plomb (plus de 24 %) dans le verre « cristal ».
Les ingénieurs ont cherché à reproduire artificiellement l'obsidienne, verre naturel connu pour sa stabilité géologique.
Les verres constituant ces blocs qu'on fabrique à La Hague, même quand ils sont léchés par l'eau même chaude, retiennent magnifiquement les atomes radioactifs, même si le bloc s'est cassé en morceaux !
On a créé des tests normalisés pour quantifier cela.
Et on s'aperçoit aujourd'hui que
les propriétés de rétention de ces verres s'améliorent encore avec le temps ;
c'est-à-dire que les choses se passent encore mieux
que ce qu'on avait calculé aux débuts de la vitrification.

En plus de cela, la conception du stockage de déchets sera telle que l'eau devrait avoir de grandes difficultés à parvenir au contact des colis de déchets, au contact du verre.

Ainsi, le jour où les conteneurs où sont coulés les blocs de verre auront perdu leur intégrité, les produits radioactifs ne quitteront le verre qu'à un débit si faible
que cela ne devrait pas contaminer de façon perceptible
les eaux des nappes phréatiques !

Alors, ah, Laure ! Où est le cauchemar ?

[Retour sommaire](#)