

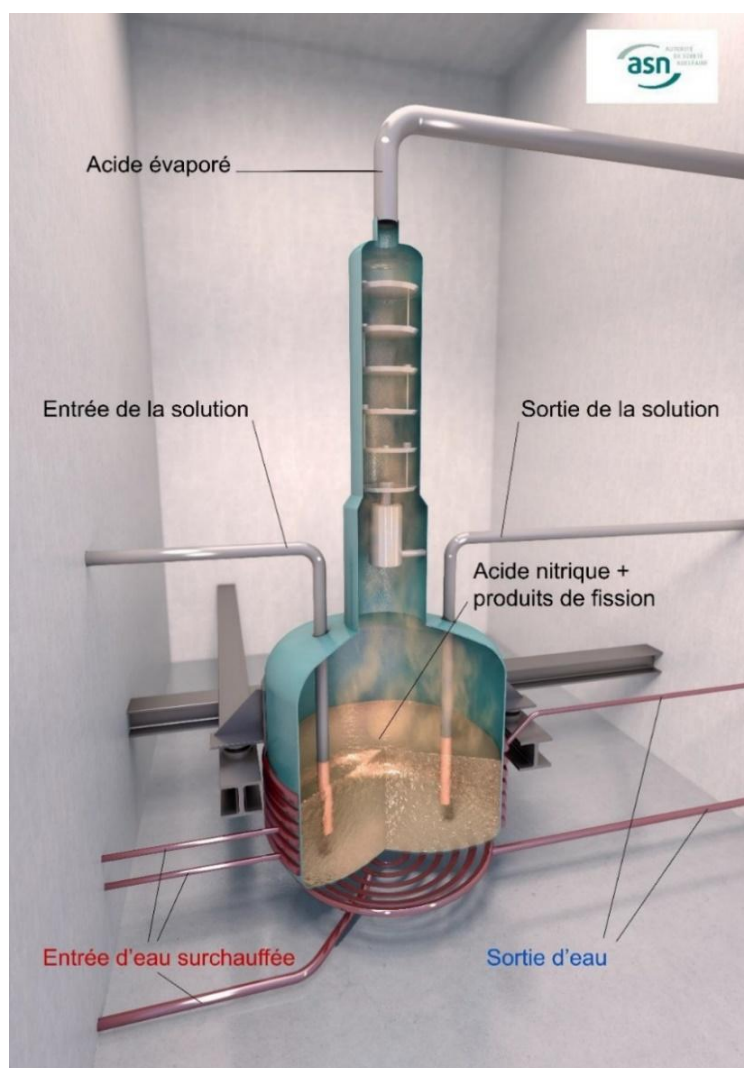
Les évaporateurs de La Hague

AVERTISSEMENT : Cet article n'exprime pas nécessairement les positions d'ORANO et n'engage en rien cette société. Certaines descriptions ou explications ont été volontairement simplifiées pour en faciliter la compréhension.

Ces dernières années, on a beaucoup parlé, de manière généralement désobligeante, des évaporateurs de La Hague : nouveaux défauts sur les évaporateurs, l'ASN épingle Orano, corrosion de cuves extrêmement irradiantes, etc.

De quels évaporateurs s'agit-il ?

Il s'agit des évaporateurs de produits de fission. Ce sont des concentrateurs placés en fin de chaîne des usines de retraitement UP3-A et UP2-800. Ils reçoivent, après séparation de l'uranium et du plutonium, toutes les solutions aqueuses non décontaminées qui sont issues de toutes les étapes du procédé. Celles-ci sont relativement diluées et contiennent la quasi-totalité de la radioactivité résiduelle. La fonction de ces appareils est de réduire le volume de ces solutions d'un facteur voisin de 10, en distillant une partie de l'acide qui les constitue. Cet acide distillé (donc décontaminé) est réutilisé dans le procédé. Les solutions ainsi concentrées sont entreposées dans des cuves de décroissance avant d'être calcinées, ce qui permet d'incorporer le calcinat solide dans du verre. Celui-ci est coulé dans des conteneurs destinés au stockage en couche géologique profonde. L'inventaire radiologique est considérable, les dispositions de sûreté adéquates sont prises en conséquence.



Comment sont-ils constitués ?

Ils sont constitués d'un bac métallique d'environ 3 m de diamètre et d'environ 3 m de hauteur, pouvant contenir environ 10 m³ de solution (soit plus de 10 tonnes) surmonté d'une colonne de plus faible diamètre et d'environ 5 m de haut, destinée à renvoyer dans la cuve les gouttelettes liquides due à l'ébullition et à ne laisser s'échapper que la vapeur distillée. La cuve est ceinturée de serpentins de chauffe constitués de demi-coquilles soudées sur la paroi dans lesquelles circule de l'eau surchauffée à 145°C sous 12 bars amenant l'énergie thermique nécessaire à l'ébullition et à la distillation.

Pourquoi sont-ils groupés par trois ?

La puissance thermique qui peut être apportée est limitée par la surface disponible à l'extérieur de la cuve. Elle n'est pas suffisante pour vaporiser plus de 90% (90,9 % pour une concentration d'un facteur 10) de ce qui arrive en continu du procédé. On remplit donc la cuve pendant environ 1/3 du temps, puis on arrête l'alimentation et on concentre pendant environ 2/3 du temps, avant d'envoyer le concentré à l'entreposage, l'ensemble durant environ 21 jours. Il faut donc trois appareils pour pouvoir absorber l'alimentation de manière continue et les trois appareils forment en réalité un seul ensemble assurant un fonctionnement continu.

En quel matériau sont-ils réalisés ?

Les conditions de fonctionnement sont extrêmement sévères, puisqu'ils contiennent de l'acide nitrique bouillant en permanence et contenant un mélange très diversifié d'ions dont beaucoup favorisent la corrosion. Aucun matériau connu ne permet de réaliser des appareils de cette dimension résistant à la corrosion dans ces conditions. Seules des céramiques pourraient résister, mais il est impensable de réaliser des appareils de cette dimension en céramique¹. On en est donc conduit à composer avec la corrosion ou plus exactement avec les corrosions, puisqu'on peut en distinguer deux types principaux : la corrosion généralisée qui attaque la surface de manière régulière et la corrosion intergranulaire (ou corrosion par piqure) qui peut s'infiltrer à grande vitesse de manière imprévisible entre les grains des métaux et traverser une paroi épaisse sans que celle-ci ait perdu de son épaisseur. Les alliages ayant une bonne résistance à la corrosion intergranulaire ont des vitesses de corrosion généralisée élevée et inversement, il faut donc trouver un compromis. La sidérurgie française (Aubert et Duval) a développé dans les années 60 un acier destiné à l'usage en milieu nitrique, l'Uranus 65, qui a une résistance correcte à la corrosion intergranulaire et une vitesse de corrosion généralisée acceptable (entre 0.15 et 0.25 mm/an en acide pur, suivant le traitement thermique de l'acier). Aucune avancée n'a été réalisée depuis, c'est donc cette nuance qui avait été utilisée à la fin des années 80 pour les évaporateurs en cause (ceux d'UP3 et d'UP2-800) qui a été retenue aujourd'hui pour ceux qui les remplaceront.

On tient compte de cette vitesse de corrosion en ajoutant à l'épaisseur nécessaire pour les autres contraintes une surépaisseur de corrosion fonction de la durée de vie souhaitée pour le matériel. On dimensionne en général cette durée à 30 ans. Ceci n'en fait pas pour autant des appareils consommables (comme la lame d'une cisaille ou les pneus d'une voiture) mais des appareils dont on sait à l'avance qu'il pourra être nécessaire de les remplacer au prix d'une maintenance lourde avant la fin de la vie de l'installation (comme pour les générateurs de vapeur et les condenseurs d'une centrale électronucléaire ou l'embrayage d'une voiture). Les évaporateurs de la Hague ont été construits avec des tôles de 14 mm d'épaisseur, dont plus de la moitié dévolue à la corrosion, correspondant à une vitesse de corrosion d'environ 0.3 mm/an qui est celle qui avait été constatée sur des appareils utilisés auparavant.

Que s'est-il passé ?

Il est apparu lors des visites décennales nécessaires pour renouveler l'autorisation d'exploiter que les vitesses effectives de corrosion étaient un peu supérieures à celles qui avaient été prises en compte à la conception, que les marges prises n'étaient pas suffisantes et qu'il fallait s'attendre à devoir renouveler ces appareils un peu plus tôt que ce qui était espéré (encore que 30 ans après 1990 amène en 2020). La cause de cette accélération n'est pas précisément connue, mais la nouvelle gestion des effluents², mise en place

¹ Certains fournisseurs proposent des cuves en acier revêtu de verre ou d'émail. Le bailleur de procédé (le CEA) n'a pas considéré que cette technique était mieux adaptée à la concentration des solutions de produits de fission et ne l'a retenue ni pour les appareils actuels ni pour leur remplacement.

² La nouvelle gestion des effluents est décrite en pages 37 à 39 du document *Rapport de mise en œuvre de la Recommandation PARCOM 91/4 sur les rejets radioactifs Présenté par la France* accessible ici : <https://www.ospar.org/documents?v=7243>

vers 1990 en vue de diminuer les rejets liquides et la production de déchets sous forme de boues bitumées pourrait y avoir contribué. En effet, tous les effluents liquides qui étaient auparavant purifiés par un traitement chimique avant d'être rejetés en mer sont maintenant purifiés par distillation, la partie purifiée étant recyclée pour être utilisés dans le procédé et le résidu envoyé dans les évaporateurs de produits de fission. Ce processus envoie vers les évaporateurs des impuretés qui étaient autrefois extraites dans les boues et peut concentrer certains ions dans les boucles de recyclage dont l'excès se retrouve également dans les évaporateurs. Les conditions de fonctionnement de ceux-ci peuvent ainsi être légèrement modifiées, mais avec des conséquences qui peuvent être significatives.

Quelles pourraient être les conséquences ?

À court terme, aucune, si ce n'est le franchissement de limites réglementaires. La conception des évaporateurs doit respecter les règles relatives à deux sollicitations qui sont le séisme et la pression dans les demi-coquilles de chauffe pour respecter les règles ESPN (Arrêtés du 12 décembre 2005 et du 30 décembre 2015 relatifs aux Équipements Sous Pression Nucléaires). Dès lors que la surépaisseur de corrosion a été entièrement consommée, les épaisseurs résiduelles sont telles que les calculs ne peuvent plus démontrer que l'une ou l'autre de ces règles est encore satisfaite, ce qui entraîne nécessairement l'obligation d'arrêter de l'exploitation. Si cet arrêt n'intervenait pas, il faudrait soit un séisme au moins aussi puissant que le séisme de dimensionnement (déjà très supérieur à ce qui a été observé localement) pour entraîner une rupture de la cuve, la radioactivité restant confinée dans la partie inférieure de la cellule prévue pour la recevoir, soit, au bout d'un certain temps, la rupture de la paroi de la cuve au droit d'une demi-coquille de chauffe. C'est en effet à cet endroit que la température est la plus élevée et donc la corrosion la plus forte. L'eau surchauffée se vaporiserait alors instantanément dans la cuve en y élevant la pression. Les évaporateurs fonctionnant en très légère dépression strictement contrôlée, la surpression serait immédiatement détectée et l'arrivée d'eau surchauffée arrêtée sans plus de conséquences que l'immobilisation de l'installation.

Mesures prises.

Faisant suite aux études entreprises depuis un certain temps lorsque l'augmentation des vitesses de corrosion a été détectée, la construction de deux groupes de trois évaporateurs dans deux nouveaux bâtiments identiques rattachés respectivement à UP3-A et UP2-800 a été lancée et leur construction progresse avec des retards limités³. Le premier doit être mis en service au cours de l'année 2022, le second au cours de l'année suivante. En attendant leur mise en service, les conditions de fonctionnement des évaporateurs actuels ont été allégées, principalement en abaissant la pression et la température de l'eau surchauffée, ce qui donne une marge supplémentaire en réduisant la vitesse de corrosion et la sollicitation en pression de la paroi.

En définitive ?

Il ne s'agit que d'un aléa industriel, comme il peut en apparaître dans toute activité, nécessitant un supplément de maintenance certes coûteux (encore que ramené à l'année sur 30 ans, le coût représente peu de chose par rapport au chiffre d'affaires), géré en toute transparence avec l'Autorité de Sûreté et en toute sûreté malgré l'inventaire radiologique considérable mis en jeu. Il sera vite oublié. Donc, *en définitive*, un battage médiatique totalement injustifié.

³ Le projet relatif à ces nouveaux évaporateurs est décrit dans un document ARA accessible ici : [2016_ncpf_pour_uarga.pdf](#)