

# Compte-rendu de la visite à l'Usine de La Hague Et de la centrale de Flamanville, 14-17 octobre 2018

## 1. Organisation

Le déplacement s'est déroulé du 14 au 17 octobre 2018 et 25 membres du CLIS ont participé à la visite des installations de l'usine ORANO (Ex AREVA) de La Hague (présentation en salle de l'entreprise et de ses activités dans le domaine du nucléaire, visite des ateliers de déchargement de combustible usé, d'une piscine d'entreposage et du hall d'entreposage T7, repas avec quelques membres de la CLI de La Hague, visite du bâtiment des salles de conduite de l'usine UP3 et visite de l'atelier de traitement AT1 qui a été démantelé), ainsi que la centrale EDF de Flamanville avec le chantier de l'EPR (présentation d'EDF et de ses activités, visite de l'unité de production UP2, de la salle d'exploitation, du simulateur de salle de commandes, et du chantier de l'EPR).

## 2. ORANO

Le site de la Hague est le 1<sup>er</sup> employeur du Cotentin : 5 000 personnes travaillent sur le site de la Hague, 4 000 directement d'ORANO et 1 000 sous-traitants. La moyenne d'âge est d'environ 40 ans, mais le travail en poste se fait plutôt par des jeunes ; 200 personnes sont en formation en alternance sur le site. Les emplois indirects sont estimés à 10 000.

L'activité représente 530 M d'€ d'achats en 2017, dont 70% en Normandie, 77 M d'impôts et taxes en 2017. Il y a en moyenne 200 M d'investissements par an et pour les 10 prochaines années (par exemple la mise en place de la 4<sup>ème</sup> barrière suite à Fukushima).

Le site date de 1966, couvre 300 ha et 2/3 des bâtiments sont en sous sol. Le choix du site s'est fait sur la stabilité du sol, il est 180 m au dessus de la mer, la zone n'est pas habitée, il y a un port profond à proximité (Cherbourg) et un terminal de transport ferroviaire (Valognes), la présence de personnel de la métallurgie et c'est aussi une zone de vents et courants forts permettant une dispersion.

La dose maximum est de 4 mSv pour un travailleur par an, l'impact du site est inférieur à 20 µSv par an.

Dès 1981, il y a eu la mise en place d'une instance de consultation. Il y a 3 réunions par an.

3 000 visiteurs et 8 visites de presse sont passés sur le site en 2017, de nombreuses rencontres avec les élus locaux. 82 emplois sont soutenus dans le cadre du plan de revitalisation.

Le site de La Hague (ORANO La Hague) est couplé avec le site de MELOX à Marcoule (ORANO MELOX) pour le recyclage du combustible en MOx.

ORANO travaille sur le cycle du combustible :

### a. Mines

### b. Conversion et enrichissement de l'uranium

Le Combustible Usé (CU) contient 95 à 96% de matières recyclables. Les 4% restants sont les produits de fission, ils sont calcinés puis intégrés dans du verre pour les confiner. Lorsque 500 kg d'Uranium sont brûlés pendant 3 – 4 ans en réacteur, on obtient 475 kg d'Uranium (95%) + 5 kg de Plutonium (Pu, 1%) + 20 kg de résidus ultimes (4%). Les recyclage et compactage permettent de réduire d'un facteur 5 le volume de déchets mais aussi de réduire de 90% la toxicité des déchets. La gestion de l'iode se fait par dilution. L'uranium sera ré-enrichi, le Pu servira pour un nouveau combustible (Melox). Les produits de fission sont des déchets ultimes très irradiants (98% de la radioactivité). Les résidus sont en solution acide, ils passent alors au calcinateur, l'acide s'évapore et il y a formation de la poudre de fission. On ajoute des frites de verre, 85% de verre sont ajoutés à 15% de calcinat. Ensuite, c'est la coulée en conteneur CSD-V. Les colis vitrifiés (CSDV) de 400 kg sont coulés en 2 fois puis entreposés avec évacuation de la chaleur (1 000 à 2 000 W). Il y a une standardisation des types de

containers : CSD-C pour les compactés (déchets MA) et CSD-V pour les vitrifiés (déchets HA). Une question est posée sur l'intérêt d'arrêter ou continuer à vitrifier en particulier si la transmutation atteignait le stade industriel : la dissolution des verres serait possible avec de l'acide fluorhydrique.

c. Recyclage du CU

Le Pu est séparé puis mélangé à de l'uranium appauvri. L'usine MELOX produit du MOx pour 22 réacteurs français.

d. Logistique nucléaire

C'est l'organisation du transport des matières dangereuses.

e. Démantèlement et services

Beaucoup d'équipements actuels ont 50 à 60 ans, l'activité de démantèlement représente environ 10% de l'activité.

f. ingénierie

Il existe une ingénierie particulière dédiée au milieu nucléaire.

Depuis 1976, l'usine a traité 35 000 T de CU provenant de divers pays. L'Italie, la Hollande, la Belgique et l'Australie envoient encore des combustibles. Il y a 2 unités de production pour une capacité globale annuelle autorisée de 17 000 T. Le traitement de tous les types de combustibles est possible : réacteur rapide, de recherche ... Le coût du retraitement est d'environ 5% du coût de la production d'énergie, du kWh.

### **3. L'atelier de déchargement de combustibles usés et piscine d'entreposage**



Site orano.group

En moyenne, le site reçoit un château par jour. Les châteaux sont le mode de conditionnement pour le transport des CU. Un emballage pèse 110 T, comprenant 6 T de combustibles (12 éléments). Lors de l'arrivée, le château est placé en zone de déchargement. Il y a 2 chaînes différentes correspondant à 2 types de manutention. La ligne NPH est un déchargement classique sous eau. La ligne T0 permet un déchargement à sec. La ligne NPH demande plus de temps, procède élément par élément et dure 5 à 6 j. La ligne T0 a une connexion étanche avec une cellule blindée et est plus rapide en ne demandant que 3 j. Elle permet de ne pas créer d'effluents radioactifs, les  $\frac{3}{4}$  des emballages passent par cette ligne mais il y a une restriction sur 3 types d'emballages. Les châteaux arrivent chaque jour et se succèdent dans les différentes étapes des lignes. 3 sont traités en même temps, ce qui permet de traiter 2 500 emballages par an. Au niveau des barrières, il y a 4 m d'eau qui arrêtent les radiations, 1 m 20 de mur et du verre en plomb, et s'ajoutent une ventilation dynamique et des portes coupe-feu (zonation : zone bleue la plus extérieure et en surpression, zone verte en dépression par

rapport à la bleue, zone jaune en dépression par rapport à la verte et enfin la zone rouge en dépression par rapport à la zone jaune).

Nous voyons une cellule avec un couvercle ouvert, un chargement est connecté en dessous. Tout est télé-opéré, personne ne rentre dans la cellule. Nous assistons à la sortie d'un assemblage. Lorsque le combustible est sorti, il est plongé dans une cuve de refroidissement puis mis dans un panier d'entreposage pouvant contenir 9 têtes.

Les combustibles sont ensuite mis en piscine pour 4 à 5 ans. Il y en a 4 sur le site, interconnectées, représentant une capacité de 2 600 paniers, soit 14 000 T de CU, l'équivalent de 80 réacteurs, dont 9 800 T sont utilisés. Nous allons voir une des piscines d'entreposage. Les paniers sont empilés sur 5 m et il reste encore 4 m d'eau déminéralisée au dessus pour la protection contre les radiations. La piscine n'est jamais vidée et est maintenue à 35°, l'eau évaporée est remplacée pour maintenir le niveau constant (4 m<sup>3</sup> par piscine et par semaine). Il y a un pulsage de l'air vers le bas, ainsi l'évaporation est récupérée par des grilles au niveau de la surface de l'eau. Des résines servent à filtrer l'air et récupérer les poussières. Il y a aussi des pompes pour épurer l'eau. Un pont élévateur automatisé est télé-opéré pour déplacer les paniers.

#### **4. Hall d'entreposage T7**

Nous arrivons dans le hall d'entreposage T7 dont le sol est à -3 m, les puits descendent à -18 m avec 1,8 m de béton au dessus. Il y a un système de pont pour la manutention. Le stockage des conteneurs dure 5 ans avant renvoi à l'étranger (la réglementation des transports impose des colis dont la charge thermique est en dessous de 2kW) ou vers l'entreposage du site en attente de CIGEO (100 ans maximum). La construction de l'entreposage se fait module par module. Les colis CSD-V sont superposés sur 9 niveaux par puits. T7 comporte 3 600 places, R7 : 4 500. Il y a une ventilation forcée aspirant vers les puits pour le refroidissement (mais la convection naturelle reste efficace en cas de coupure de courant). Les capacités de stockage sont d'environ 14 000 fûts.



Site orano.group

#### **5. Salle de conduite de l'usine UP3**

Nous arrivons à une salle de conduite. Il y en a plusieurs : traitement après piscine, prises d'échantillons (avec un réseau pneumatique), radioprotection. A l'arrivée, le combustible est reconnaissable visuellement mais ensuite il est découpé. Il devient alors visible sur le moniteur de la salle de conduite seulement. Le personnel met 2 à 3 ans pour faire les modules de formation nécessaires. Le recrutement se fait niveau bac pro ou inférieur, la formation spécifique se fait sur place. Certaines salles de conduite sont regroupées, d'autres sont à côté de l'usine qu'elles contrôlent. Il y a un service minimum même en cas de grève pour gérer la sûreté.



Site orano.group

## **6. AT1, 1<sup>er</sup> atelier de traitement du combustible en démantèlement**

C'était le 1<sup>er</sup> atelier de traitement du combustible ; il permettait la séparation de l'uranium et du plutonium des anciens types de crayon pour les réacteurs à neutrons rapides. Il est démantelé. Ce combustible donnait 71% d'U, 18% de Pu et 11% de produits de fission. Tout se faisait par télé-opérations : séparation, cisaillement, acide nitrique, donnant de l'oxyde de Pu et du nitrate d'uranyle. Le démantèlement est compliqué, il y avait de la contamination et de l'irradiation. Pour chaque cellule, il y a une méthode de démantèlement. Pour AT1, ATENA est un porteur avec bras télescopique qui a été créé sur mesure, toujours en télé-opération. AT1 a servi de pilote pour le démantèlement en général. Après l'assainissement, l'ASN est passé contrôler, le bâtiment a été déclassé et la ventilation a été arrêtée pour passer en VMC classique. L'apprentissage lors du démantèlement de AT1 a permis un Retour d'Expérience (Rex) important : maintenant tout l'outillage d'UP3 est prévu à l'avance pour être démonté facilement et en télé-opération. Le coût a été d'environ 80 M d'euros, 5 000 m<sup>3</sup> de déchets ont été produits. Il reste encore les murs du bâtiment et leur déconstruction nécessiterait 50 M de plus.

## **7. EDF et le site de Flamanville**

Le site de Flamanville est un site EDF, il comporte 2 réacteurs de 1300 MW en production et le chantier de l'EPR, 'Flamanville 3' de puissance 1650 MW. EDF a 132 107 salariés et 28,3 M de clients. En moyenne, la consommation électrique augmente de 1 à 1,5 % par an, sauf cette année qui a été stable. Les activités d'EDF couvre la production d'électricité, le transport, la distribution, la commercialisation d'énergie et de services, le négoce de ressources. En 2014, l'électricité française était à 87,8% nucléaire (87% pour EDF en 2018), 2,3% thermique (avec gaz, fioul, charbon, 3% chez EDF avec gaz et charbon) et 9,9% en renouvelables (10% chez EDF, 1<sup>er</sup> producteur européen en particulier avec l'hydroélectrique). L'éolien offshore est en cours de développement et sera bientôt effectif. Il y a aussi la biomasse (déchets brûlés, méthanisation).

L'électronucléaire représente 58 réacteurs répartis sur 19 sites, les centrales sont toutes implantées en bord de mer ou de fleuves. Sur 58, 34 sont des 900 MW, à partir des années 1980 les centrales sont des 1300 MW, puis dans les années 1990 c'est 1450 MW (Chooz). Aujourd'hui, la dernière centrale est de type EPR avec la tête de série Flamanville. Ce modèle comporte 3 circuits indépendants : le circuit primaire est chauffé par le réacteur, une pompe à chaleur communique l'énergie à un circuit secondaire, et il y a ensuite un 3<sup>ème</sup> circuit qui permet le refroidissement. Le circuit II réchauffé permet de produire de la vapeur qui entraîne des turbines et produit de l'électricité. Ce circuit repasse par un condenseur pour revenir à l'état liquide (soit dans une tour réfrigérante, soit dans un circuit ouvert pour le refroidissement). Une pastille de combustible couvre la consommation d'une famille de 4 personnes pour un an, et il y a 193 assemblages par réacteur à Flamanville (241 pour un EPR).

Les réacteurs comportent des barres de pilotage (pour capturer les neutrons pour réguler les réactions) et des barres de sécurité (pour permettre d'arrêter le réacteur). Tous les 18 mois, le réacteur est mis à l'arrêt pour changer 1/3 du combustible et faire un programme de vérifications. Tous les 10 ans, il y a une visite plus longue, avec des vérifications plus complètes. Il y a des contrôles externes et internes, en général 20 à 24 inspections par an par l'ASN sur Flamanville. Il y aussi un programme de prévention des risques pour les travailleurs, une surveillance de l'environnement (échantillonnages) avec double analyse par EDF et l'IRSN. Dès qu'il y a un événement, il y a un communiqué de presse. EDF a mis en place un plan programme pour l'évolution des véhicules électriques (prévoir les bornes de recharge au niveau national et européen).



Site edf.fr

Le site de Flamanville couvre 120 ha, c'est un des plus petits sites parmi les 19 d'EDF. Malgré tout, il est prévu pour 4 réacteurs comme les autres sites (sauf Gravelines prévu pour 6). Ici il n'y a pas de tour aéro-réfrigérante car le site est proche de la mer et l'utilise pour le refroidissement. Les travaux ont débuté en 1977 et la centrale est à pied de falaise, très peu visible. Elle est 12 m 50 au dessus de la mer, avec une digue de 17 m de haut. Il y a des bouées avec des mesures en direct pour la surveillance, sans modifications nécessaires suite à l'accident de Fukushima. L'unité Flam 1 date de 1985, l'unité Flam 2 de 1986, la durée d'exploitation initiale était de 40 ans mais un dossier est en cours pour la prolonger. La centrale possède un condenseur en titane pour faire passer l'eau de mer qui assure le refroidissement, ce circuit est ouvert. Suite à Fukushima, de nouveaux bâtiments ont été installés pour la sûreté, résistants aux séismes et à la submersion. Flamanville produit 3,6% de l'électricité nucléaire française, soit en 2017 13,83 Md de KWh produits (production faible cette année là).

L'EPR est le 59<sup>ème</sup> réacteur, de 1650 MW, présenté comme plus sûr, plus respectueux de l'environnement et plus performant. Il est prévu un chargement de combustible pour essai en 2019. L'EPR pourra prendre en charge tous les types de combustibles et pourra même être chargé à 100% en MOx ce qui permettra d'écouler le stock de plutonium. Mais en phase de démarrage, il n'y aura pas de MOx. L'EPR permet d'avoir moins d'arrêt que les autres centrales, il aura une meilleure efficacité. Il y a 1 170 salariés pour les 2 REP en fonctionnement, mais il peut y avoir jusqu'à 1 500 personnes en plus lors des visites décennales. Il y a 4 400 intervenants externes pour le chantier et 900 salariés EDF pour l'aménagement et l'exploitation. Le budget initial de l'EPR était de 3,5 Md d'euros pour 54 mois de chantier, c'était une annonce politique. Industriellement il était reconnu que ce n'était pas possible avec les aléas et le fait que c'est le 1<sup>er</sup> EPR construit et qu'il fallait « essayer les plâtres ». Le budget actuel est de 11 Md d'euros. Mais le retour d'expérience (REx) sur Flamanville a permis au projet de Taishan d'avancer plus vite, il est déjà en cours de démarrage. En contrepartie, le REx du démarrage de Taishan servira au démarrage de Flamanville. Au niveau de la sûreté, on passe de 2 à 4 systèmes de sauvegarde indépendants,

quadruple redondance pour leurs composants électriques et mécaniques et sur leurs systèmes de contrôle – commande. La protection est renforcée contre les actes de malveillance avec la prise en compte de la chute d'un avion de ligne gros porteur avec la 'coque avion' : il y a 600 kg de fer coulés par T de béton. L'EPR aura une réserve d'eau au plus près du réacteur : un « récupérateur de corium » et un réservoir d'eau interne « IRWST ». La qualité du couvercle de cuve de Flamanville a été controversée, mais l'ASN l'a accepté à la condition de le changer plus rapidement que prévu. EDF a donc déjà commandé par avance le prochain couvercle. Il y a eu des soucis sur les soudures sur le réseau secondaire, 1/3 des soudures sont à reprendre après analyses et cela entraîne un retard d'un an sur le programme. Au niveau international, le projet EPR finlandais était au départ géré par AREVA mais depuis la reprise partielle des activités d'AREVA par EDF, c'est EDF qui a repris ce projet.

## **8. Salle d'exploitation de l'unité de production n°2**

En se rendant à la salle d'exploitation de Flam 2, nous passons devant la station de pompage de la tranche 1, l'eau y passe par 2 filtrations avant envoi dans le circuit de refroidissement. Il y a un barrage flottant en cas de marée noire (sinon passage en arrêt). Le condenseur nécessite 45 m<sup>3</sup>/s. Parfois il y a un traitement par chloration de l'eau. L'eau qui a servi au refroidissement passe d'abord dans un bassin pour perdre en température puis elle est rejetée à -60 m, 500 m au large là où il y a des courants très puissants.

L'énergie nucléaire est transformée en énergie thermique qui est elle-même transformée en énergie mécanique, cette dernière est à son tour transformée en énergie électrique. Il y a 3 000 T de matériel (turbine 1 500 tr/min, alternateur refroidi à l'hydrogène ...). Il y a actuellement la préparation du futur chantier de visite décennale. La production se fait sur 18 mois non-stop. La projection de consommation se fait dès 5 ans à l'avance et jusqu'à la veille du jour j. Il y a modélisation d'une quantité d'énergie nécessaire qui est alors répartie sur l'ensemble des unités de production françaises dont Flamanville.

## **9. Simulateur de salle de commandes**

Le simulateur est une réplique à échelle 1, nous y voyons 2 salles séparées par un miroir sans teint. La 1<sup>ère</sup> est pour les formateurs, la 2<sup>ème</sup> est pour les stagiaires opérateurs. Les instructeurs lancent des scénarios et observent les actions des stagiaires. Ce simulateur permet de former les nouveaux mais aussi de contrôler le niveau des anciens employés, de faire des simulations de scénarios d'accidents. Les équipes sont composées de 10 personnes, 5 agents de terrain, 3 opérateurs en salle commande, 1 opérateur plus ou moins observateur, stratégique et enfin 1 chef d'équipe qui coordonne. Les agents de terrain sont mobiles et font des allers-retours entre la salle de commande et l'unité de production. Ils peuvent aller chercher des infos non disponibles en salle de commande. Un agent de terrain peut demander à devenir opérateur en suivant une formation de 2 ans, en 'compagnonnage', la complexité croissante des tâches est validée par étape. La salle est organisée en U, à gauche le circuit primaire, à droite le circuit secondaire, la partie haute est consacrée aux alarmes. La salle de commande tourne 24 h sur 24, il y a continuellement de la surveillance, de la gestion de production et des tests.



Site edf.fr

## **10. Chantier de l'EPR**

Il y a 4 400 intervenants, 50% sont en déplacement (20% viennent de l'étranger). Pour la logistique de tout ce personnel, il y a des bases de vie sur les 20 km autour du site mais aussi du locatif privé. Il y a des systèmes de navettes entre les bases et le site, des restaurants, des food trucks ... Nous faisons le tour du chantier de l'EPR, nous voyons un bâtiment diesel qui permet un secours électrique avec 2 générateurs. La construction est de type bunker, il y en a 4 en tout. Des transformateurs auxiliaires permettent d'alimenter la centrale en cas de problème. Comme pour les autres tranches, l'EPR sortira 20 000 V et 48 000 A. Le démarrage est prévu pour 2019 ou 2020.