

Le CNEN, Flamanville 3 et le projet anglais d'Hinkley Point¹

Exposé de Laurent Reber, directeur du CNEN

Le CNEN

Le Centre National d'Équipement Nucléaire (CNEN) est une unité d'ingénierie d'EDF qui emploie 1000 personnes, dont 700 EDF et 300 personnes issues d'ingénieries extérieures.

Il est architecte ensemblier, réalise les centrales neuves, rédige les procédures de démarrage et de conduite, et assure leur démarrage. Il garantit la sécurité des équipes d'EDF et des personnels travaillant aux côtés d'EDF.

Le CNEN a ainsi 150 personnes détachées à Flamanville, 50 en Chine pour Taishan, 40 en Angleterre pour les études détaillées d'Hinkley Point, et 150 à Sofinel, ingénierie mixte 55% EDF/45% Areva.

Le chantier de Flamanville emploie 3000 personnes, sans compter l'impact sur l'économie locale.

EDF a la responsabilité du projet EPR de Flamanville ; Laurent Reber en tant que directeur du CNEN en est l'exploitant nucléaire jusqu'à l'arrivée du combustible.

L'ingénierie d'EDF est organisée en six divisions :

- Le CNEN a en charge les études détaillées de l'îlot nucléaire, l'intégration générale du projet (démonstration de sûreté, intégration de l'îlot nucléaire dans la centrale, pilotage, etc.), le contrôle-commande d'ensemble de la centrale.
- Le CNEPE (Centre National d'Équipement et de Production d'Électricité) installé à Tours, est chargé de l'îlot conventionnel, et de la maintenance, pour les centrales en construction et les centrales en exploitation.
- Le CIPN (Centre d'Ingénierie du Parc Nucléaire), à Marseille, est le pendant du CNEN pour les centrales en exploitation.
- Le CIDEN est chargé du suivi de l'impact sur l'environnement des centrales, et en fin d'exploitation de la déconstruction et du démantèlement de celles-ci.
- Le SEPTEN (Service des centrales thermiques et nucléaires), à Lyon, est responsable de la doctrine de sûreté et des études des nouveaux projets.
- Le CEDRE supervise les fabrications, la métallurgie et la construction des équipements, chimie, etc. Il représente l'expertise technique.

Le CNEPE et le CIPN sont les deux divisions en charge du grand carénage.

L'EPR de Flamanville

L'EPR a une puissance de 1650 MWe (N4 + 10%) et est prévu pour fonctionner 60 ans.

Il ne présente pas de rupture technologique par rapport au parc français (génération 2), mais plusieurs évolutions novatrices.

La probabilité d'accident grave passe de 10^{-4} à 10^{-5} /réacteur/an grâce à une diversification et une redondance accrues des systèmes de sauvegarde :

- passage de 2 à 4 trains de sauvegarde (chacun capable de 100% des actions de sauvegarde),
- doublement du nombre de diesels. Le 4^{ème} train de sauvegarde permet en outre la maintenance d'un train, réacteur en exploitation, pour une disponibilité accrue,
- ajout de 2 diesels d'ultime secours, en plus des 4 diesels des 4 trains,
- bâches d'eau borée à l'intérieur de l'enceinte pour assurer le refroidissement d'ultime secours indépendamment de l'extérieur.

¹ Rédaction A. de Tonnac

- renfort de l'enceinte intérieure (avec liner) supportant une pression de 7 bars.
- maintien du système « EVU » d'aspersion à l'intérieur de l'enceinte pour décompression de l'enceinte en cas de surpression vapeur,
- recombineurs d'hydrogène dans l'enceinte et également au-dessus de la piscine de stockage du combustible usé,
- récupérateur de corium en fond de puits de cuve,
- paroi du puits de cuve plus épaisse autorisant une intervention humaine réacteur en marche.

L'objectif est également d'obtenir un coefficient de disponibilité accru pour l'EPR, de 91%.

Autant d'équipements et de systèmes complémentaires qui limitent pendant 48h les conséquences potentielles d'un accident grave, permettant ainsi d'attendre l'intervention de la Force d'Action Rapide Nucléaire (FARN) récemment mise en place.

Flamanville dispose de réservoirs d'eau situés à flanc de colline constituant une source froide d'ultime secours. Les canalisations d'amenée de cette eau d'ultime secours ont été qualifiées contre toutes les agressions externes, le séisme en particulier.

Tout ceci conduit à avoir plus d'équipements, d'où un encombrement plus important, et une difficulté d'intégration plus grande, qui explique également le coût du projet.

Si l'on tient compte de l'intervention de la FARN (post Fukushima), les caractéristiques de ce réacteur de troisième génération garantissent une limitation importante des conséquences d'un accident grave, et permettent de garantir qu'il ne devrait pas en résulter un éloignement durable des riverains de la centrale, dans l'hypothèse d'une décision d'évacuation. Ils devraient pouvoir revenir s'installer au plus tard dans un délai de quelques semaines à quelques mois².

Le gain d'un facteur 10 sur la probabilité d'accident grave se paye par un nombre d'événements 100 fois plus important à étudier, ce qui a bien sûr influé sur la complexité des études d'ingénierie, l'obligation de qualifier tous les équipements de sauvegarde dans des conditions dégradées de l'environnement. C'est ce qui explique les délais de réalisation et le coût du prototype à Flamanville.

En juin 2014 le génie civil principal est terminé à 96% et les montages électromécaniques réalisés à 51%. Les premiers kWh devraient être fournis en 2016.

Les difficultés rencontrées dans la construction de Flamanville 3 tiennent principalement à la sous-estimation initiale des conséquences de cette sûreté accrue, notamment le passage d'une probabilité d'accident de 10^{-4} à 10^{-5} /réacteur/an avec un impact sur de très nombreux systèmes et composants. Les prix et délais annoncés initialement pour Flamanville 3 (3,3 B€ et 54 mois) étaient non tenables car déduits du retour d'expérience de la génération précédente (modèles plus simples et construits en série), alors que le produit EPR est prototype et beaucoup plus complexe. On estime aujourd'hui un achèvement en 110 mois pour un coût de 8,5 milliards €.

Les Chinois tiennent des délais beaucoup plus courts à Taïshan car ils bénéficient du retour d'expérience de Flamanville mais également d'une organisation du travail très différente : un personnel beaucoup plus nombreux (10.000 personnes sur site) se relayant 24h sur 24 et 365 jours par an.

Pour de futurs EPR éventuels en France, on estime à 72 mois le délai de construction et le coût à 6 milliards €.

L'inflation de la sûreté

Avec une durée de fonctionnement de l'EPR de 60 ans (plus la construction, plus le démantèlement), la société est « impactée » sur un siècle. L'EPR est donc un produit **politique** structurant.

L'inflation sur la sûreté est un phénomène sociologique qu'il faut prendre en compte. L'ASN se fait le relais du public, persuadé qu'on peut et « qu'on doit » atteindre la sûreté absolue.

² Les modifications « post Fukushima » comprennent en particulier un quasi-3^{ème} train diversifié sur les centrales de 2^{ème} génération.

Entre les réacteurs de génération 2 et la génération 3, il y a clairement eu une rupture sociologique : on est passé d'une société guidée par le progrès et la croissance, à une société obsédée par le risque (si faible ou imaginaire soit-il) et par le principe de précaution³. Il ne suffit plus de faire en sorte qu'un accident majeur n'ait qu'une probabilité infime de se produire. Il faut faire l'hypothèse déterministe qu'il se produit, et démontrer avec une quasi-certitude qu'il n'aurait aucune conséquence inacceptable sur la population vivant à proximité immédiate, ni sur l'environnement. C'est ce à quoi tente de répondre l'EPR.

À la lumière de l'expérience Flamanville 3, il faut réfléchir aux modifications à apporter aux réacteurs de la génération 2 pour leur apporter une sûreté à peu près équivalente à la 3^{ème} génération, mais à moindres coûts.

Au-delà des polémiques sur la transition énergétique, EDF a confiance dans le futur du nucléaire français, dans la mesure où EDF est le seul à proposer 55 milliards d'€ d'investissements sur plusieurs années, garantissant beaucoup d'emplois hautement qualifiés, et garantissant surtout une électricité propre, abondante, fiable et bon marché.

Hinkley Point C

Les nouvelles ambitions nucléaires britanniques se fondent sur une volonté d'indépendance énergétique, avec l'épuisement prévisible des ressources pétrolières de Mer du Nord, doublée d'une volonté de réduire les émissions de gaz à effet de serre, tout en maintenant des prix de l'électricité compatibles avec le développement économique.

Les Anglais visent aussi à reconstituer leurs capacités d'ingénierie, après une activité nucléaire réduite pendant plusieurs années.

Étant entendu que les politiques énergétiques décidées actuellement engagent le pays pour plusieurs dizaines d'années, le choix britannique, notamment en ce qui concerne le nucléaire, a fait l'objet d'un consensus de toute la classe politique (on est en Angleterre !).

Six ans (2007-2012) ont été nécessaires pour la certification du modèle EPR (Generic Design Assessment) par les autorités de sûreté anglaises, sachant que chaque pays a sa propre approche de sûreté. C'est encore plus vrai des Anglais qui ont une « culture nucléaire » originale et très ancienne.

En outre, l'autorité de sûreté du pays considéré est seule garante de la sécurité de la population. Il faut donc qu'elle s'approprie la sûreté des produits qu'elle accepte d'implanter chez elle. C'est ainsi que les autorités de sûreté anglaises ont développé très tôt certaines exigences sur le contrôle commande de l'EPR et exigé une séparation stricte du contrôle commande de sûreté de celui du fonctionnement général.

Pour autant, l'autorité de sûreté anglaise ne peut remettre en question l'ensemble d'un produit déjà qualifié par les ASN allemandes et françaises : L'EPR correspond à une philosophie « franco-allemande » : 4 trains indépendants, 100%, garantissent une sûreté basée sur la redondance, alors que les Anglais privilégient la diversification des systèmes. Les deux philosophies ont leur logique et des compromis ont donc été trouvés car un produit ne peut être conforme à toutes les exigences de sûreté de tous les pays : cela amènerait à faire l'enveloppe de toutes les exigences et rendrait le produit invendable.

Les études d'adaptation puis de construction de Hinkley Point ne peuvent être effectuées exclusivement depuis Montrouge, et se doivent d'être partiellement « localisées » dans le pays hôte, ceci d'autant plus que le projet dans son ensemble vise deux tranches à Hinkley Point puis deux autres à Sizewell.

L'ingénierie anglaise de l'EPR comprend deux unités :

- NNB (New Nuclear Build), société britannique filiale à 100% d'EDF Energy, qui porte le projet et le pilote depuis l'Angleterre,

³ À titre d'exemple il suffit de se rappeler les milliers de boîtes de médicaments jetées au pilon et la campagne médiatique qui s'en est suivie, tout cela parce qu'une vieille dame avait remis un cachet dans le mauvais emballage !

- Une ingénierie « Responsible Designer » du projet, qui dirige les études de sûreté, la surveillance des fournisseurs.

L'exploitant « Intelligent Customer » garde la responsabilité du projet, avec le support de l'ingénierie d'EDF, et constitue l'embryon de l'équipe d'exploitation.

Investir dans un EPR ?

Investir dans un EPR nécessite d'avoir la capacité de valoriser l'énergie produite à un niveau de prix qui amortisse l'investissement.

Est-ce que le marché européen de l'électricité permet de se lancer dans un projet de l'ampleur d'un EPR, avec un tel niveau d'investissement ?

A l'heure actuelle, la réponse est clairement « non », car le marché est gouverné par le coût marginal du dernier moyen appelé, qui ne tient pas compte de l'amortissement du capital investi ; or ce marché est perturbé par des énergies « fatales » prioritaires, intermittentes, dont le prix d'achat est garanti au producteur, mais dont le prix de vente est dans les conditions actuelles généralement très inférieur au prix fixé par le marché. Celui-ci peut même en cas de faible demande, baisser jusqu'à être négatif.

Aucun industriel ne peut prendre dans ces conditions une telle décision d'investissement.

Les accords avec les Anglais

Les discussions entre EDF et les Britanniques ont abouti à des accords signés en octobre 2013, qui permettent de sécuriser l'investissement.

- Construction par une société britannique avec participation d'EDF et de sociétés chinoises de deux unités, pour 16 milliards de £, avec un prix de vente garanti du 92,5 £/MWh à la sortie de la centrale pendant 35 ans -- prix ramené à 89,5 £/MWh si les constructions de Sizewell sont décidées, pour prendre en compte l'effet de série. Ces prix s'entendent en livres constantes, avec formules de révision, et avec des clauses de garanties en cas de moratoire nucléaire ou changement de politique énergétique.
- Les contrats ont été passés avec les industriels pressentis (sous réserve de confirmation) et c'est l'exploitant qui sera en charge du futur démantèlement.
- EDF attend une rentabilité à long terme de 10%.
- Deux autres unités sont optionnelles à Sizewell (et éventuellement une cinquième tranche EPR ultérieure, avec participation majoritaire des Chinois.

Le financement serait assuré à hauteur de 40 à 50% par EDF, 10% par Areva, avec une participation chinoise (CGNPC et CCNC pour 30 à 40% de l'investissement) et d'autres partenaires investisseurs complémentaires.

L'objectif de démarrage de HP est 2023.

Reste à recevoir l'autorisation de Bruxelles pour cet accord intracommunautaire de grande ampleur et de long terme. Bruxelles veut vérifier qu'il ne s'agit pas d'une subvention déguisée de l'État britannique et fait valoir des raisons dont certaines tout à fait contestables. La décision de Bruxelles est en principe attendue pour octobre 2014.

Pour conclure, l'EPR aura poussé EDF et les industriels français à aller au-delà de leurs limites précédentes, avec les difficultés liées à un projet très complexe. Ce sont les mêmes difficultés que connaît bien l'industrie aéronautique chaque fois qu'elle franchit un échelon de complexité.

L'EPR devrait être une grande réussite, sans équivalent actuellement.