Compte Rendu

DATE :	14/04/2022
LIEU :	ENSAM Aix
OBJET :	**Conférence Sfen Provence sur les EPR d'Hinkley Point C**
CONFERENCIERE :	**Catherine BACK**, directrice du plan EXCELL d'EDF.
REDACTEUR :	**Lucas TARDIEU** (CEA/IRESNE/Cadarache)

Dans un contexte de vieillissement du parc nucléaire anglais, 14 AGR et un REP devant être arrêtés avant 2030, le gouvernement a choisi d'anticiper en autorisant la construction d'EPR. Ceux-ci sont différents de celui de Flamanville. Les discussions commencent en 2006 mais le projet d'Hinkley Point C (HPC) commence réellement en 2008 par le rachat de British Energy par EDF. S'ensuit alors une longue période d'instruction et de licensing avant le début des travaux qui durera jusqu'en 2012. L'investissement est fait à 70% par EDF et à 30% par CGN (China General Nuclear Power Corporation).

Les plans actuels du renouveau de l'énergie nucléaire en Grande Bretagne parlent de 24 GWe nucléaires, soit la puissance d'une quinzaine d'EPR. Le contrat HPC est de type « contract for difference » avec un prix de vente à 93 £/MWh :

- Si le prix de vente est supérieur à ce prix, alors EDF reverse la différence au gouvernement anglais
- Si le prix de vente est inférieur à cette cible, alors l'Etat anglais paye la différence.

Ce type de contrat n'a pas été reconduit pour les deux prochains EPR de Sizewell. Des discussions sont en cours pour d'autres EPR à Bradwell et l'emplacement de Wylfa est évoqué pour de futurs réacteurs. En effet, Hitachi a abandonné la construction de réacteurs à cet endroit et le gouvernement devrait lancer un appel d'offre mettant en concurrence les EPR et les AP1000. Le contexte politique est très favorable au nucléaire en Angleterre avec près de 90% d'adhésion politique au Parlement.

Un EPR anglais est un réacteur à eau pressurisée de 4 500 MW thermiques soit 1 630 MW électriques. Il est prévu pour fonctionner avec un facteur de charge de 90% et mobilise 900 000 m^3 de béton, soit l'équivalent en béton de 2 réacteurs de 1 300 MW.

Le chantier fait appel à des entreprises spécialisées comme BYLOR pour le génie civil. La construction est modulaire avec des ensembles bétonnés préfabriqués avant leur pose, notamment pour le Bâtiment Réacteur (BR). Une grue « big Carl », peut manipuler les différents blocs de 1 200 t. La construction du BR est différente des précédents chantiers. A Flamanville, il était assemblé par panneau préfabriqués, à Taishan de grands anneaux étaient raccordés les uns aux autres, et à HPC ce sont des petits anneaux qui sont

superposés. Le chantier s'appuie sur l'innovation et le retour d'expérience des précédents EPR pour le génie civil. Il est possible de remarquer que le taux d'accidents est 5 fois plus faible qu'en France, ce qui freine moins le chantier. Cela est dû à une culture et à des dispositions légales, les victimes pouvant poursuivre pénalement et personnellement les membres du conseil d'administration. De ce fait, la construction inclut la sécurité dès la phase de conception. Le chantier n'est pas exempt de difficultés avec la géographie qui impose un pompage de l'eau à 27 m sous le niveau zéro hydrographique. Il a en outre fallu construire un tunnel de plusieurs kilomètres pour alimenter le réacteur en eau suffisamment vierge de sédiments car un canal n'était pas possible.

Le combustible est prévu pour être chargé en 2026.

La licence de construction a été obtenue en 2012 avec 300 questions restant ouvertes par l'autorité de sûreté, l'ONR, l'*Office for Nuclear Regulation*. La résolution de cette étape a montré une différence de culture entre les Français utilisant une réglementation basée sur le REX et une approche déterministe par rapport aux Anglais demandant le respect de principes de sûreté (*Generic Design Assesment*). La démarche de sûreté construite de manière incrémentale par rapport aux N4 ne satisfaisait pas les Anglais car ces derniers ne connaissent pas ce type de réacteur. Mme Back a insisté plusieurs fois sur la présence de l'ancien directeur de l'ONR en tant que chef de la sûreté du projet.

Le projet d'HPC se distingue de FL3 par de nombreux aspects dont :

- Le classement des systèmes de sûreté : si un système est de classe 1, alors ses systèmes de soutien (électricité, ventilation…) doivent l'être aussi.
- La moindre confiance dans le contrôle commande numérique, ce qui nécessite l'installation de matériel supplémentaire, d'où l'étage supplémentaire dans les bâtiments.
- La présence de groupes froids diversifiés.
- Des différences de cultures d'ingénieurs ont mené à des différences de conception.

Le projet d'HPC est caractérisé par une intégration européenne des fournisseurs avec des participations industrielles réparties comme suit : GB (38 %), France (36 %), Allemagne (14_%), Chine (5 %), Suède (1,3 %), Espagne (0,8 %), Italie (0,6 %) et USA (0,4 %). Framatome, GE, Bylor, Bouygues, Alliance MEH, Bealfour Beatty et d'autres se sont associés pour construire autour de contrats négociés. Ceux-ci commencent toujours par une phase d'identification des risques et de définitions des pénalités. Au terme du chantier, une réévaluation répartit les pénalités ou les gains (si le chantier s'est mieux passé que prévu) entre les membres du contrat.

Côté industriels français, la mobilisation a été importante sur la qualité de fabrication, la qualification et la démonstration de conformité pour satisfaire les exigences élevées de l'ONR. Mme Back souligne l'intérêt du jumeau numérique, qui, même s'il a demandé un investissement important en amont, a permis de faire de gros gain sur le chantier. Notamment pour la *déconfliction* des platines de fixation sur le génie civil. Les imprévus du génie civil ont coûté 2 milliards de livres sur les 22 du chantier.

Mme Back a ensuite présenté le plan Excell qui vise à mettre EDF et le Gifen en ordre de bataille pour construire les EPR du futur. Il consiste à mettre en place un certain nombre de processus pour « faire bon du premier coup ». Il s'articule autour de la fabrication, la gouvernance, la standardisation (effet de série), les compétences (soutien au Gifen) et la *supply chain* (choisir le mieux disant et prendre en compte le REX). Il vise aussi à changer certaines coutume en favorisant le dialogue entre concepteurs et fabricants. Il souhaite aussi insuffler la culture vers le pragmatisme et la standardisation pour favoriser la simplicité, la fiabilité et donc la sûreté.

Une des premières étapes est la rédaction d'un livrable dit EDEC pour quantifier les besoins de la filière (Gifen) pour les 6 premiers EPR français. De nombreuses mesures précises ont été engagées et serviront pour Sizewell, pour les EPR français et peut être pour Bradwell. Pour l'instant le projet de Sizewell est prévu avec un investissement de 20% de l'Etat, de 20% d'EDF et le reste sera fourni par des investisseurs privés. Il est à noter que le montage est différent du montage d'HPC avec une volonté de faire baisser la facture totale. Une disposition a donc été prise pour rémunérer l'argent investi pendant la construction. Cette rémunération sera compensée par une taxe sur le prix de vente.

Il est aussi à noter que l'ONR a validé dans le *Generic Design Assessment* une version simplifiée de la réglementation française concernant les équipements sous pression nucléaires (ESPN) grâce à une logique expérimentale. [La modification de cette réglementation pendant la construction du réacteur EPR de Flamanville a été une des causes de retards à la construction.]

***Lucas TARDIEU** – Ingénieur Chercheur* Lucas.TARDIEU@cea.fr
LCOS I Laboratoire de pré-Conception et d'Optimisation des Systèmes
SESI I Service d'Etudes des Systèmes Innovants
DER I Département d'études des réacteurs
IRESNE I Institut de recherche sur les systèmes nucléaires pour la production d'énergie bas carbone
Centre de Cadarache - 13108 St Paul Lez Durance cedex
Site internet http://cadarache.cea.fr