

La coopération nucléaire franco-chinoise

Alain DE TONNAC

1. LE PROJET TAÏSHAN DE DEUX EPR

Ce projet associe le premier exploitant nucléaire chinois et partenaire historique de la filière française depuis 30 ans CGN¹, qui a aussi un des plus grands programmes nucléaires mondiaux – 11 réacteurs en exploitation et 13 en construction (2 EPR et 11 CPR 1000) – à EDF qui exploite le plus grand parc standardisé au monde (58 unités).

Sur un plan industriel la Chine, qui avait décidé de choisir le modèle AP 1000 dès 2006 comme modèle « national » pour le futur, a cependant décidé d'autoriser CGN a construire deux EPR, classés 3^{ème} génération.

Suite à l'accident de Fukushima et à une période de gel des constructions, le gouvernement chinois a laissé CGN achever les CPR 1000 en construction moyennant l'intégration d'améliorations issues des enseignements tirés de Fukushima. Il n'autorise plus l'engagement de nouveaux réacteurs de « génération 2+ » mais désormais uniquement des centrales de troisième génération. Tous les sites actuels sont en bords de mer et avaient été autorisés. Les sites en bord de rivière, dont l'examen avait été suspendu par l'accident de Fukushima, sont de nouveau à l'étude.

Le site choisi pour ces deux EPR a été Taïshan, dans la province du Guandong située dans le sud de la Chine, dans une crique assez éloignée de la haute mer au fond d'une baie. L'environnement est très peu peuplé (1015 habitants dans un rayon de 5 km). Le site est situé à 40 km de Taïshan City.

Le site peut accueillir à terme 6 tranches, dont les deux premiers EPR de 1750 MW (Taïshan phase 1). C'est un site alluvionnaire de bord de mer (on est dans le delta de la rivière des Perles). Deux tunnels (un par unité) permettent de capter à 4 km une eau claire indépendamment des marées et d'alimenter un réservoir artificiel.

La première phase du projet est constituée des unités 1 & 2. Pourraient suivre une phase 2 (unités 3 & 4), voire ultérieurement une phase 3 (unités 5 & 6), mais aucune décision n'a encore été prise. Au total, environ 15.000 personnes travaillent actuellement sur le site.

CGN contrôle la filiale de projet TNPJVC², chargée de financer, construire, mettre en service et exploiter les deux EPR de Taïshan. CGN en possède aujourd'hui 51 % (le passage de l'intégralité de ces 51 % sous la CGN Power Holding est en cours ; c'est cette holding qui a fait l'objet d'une ouverture de capital sur le marché financier récemment dans le cadre de la plus grande opération de l'année à Hong Kong).

EDF possède 30 % et un électricien de la province, Yudean, les 19 % restants. Ainsi, EDF est le premier, et à ce jour le seul, investisseur étranger dans l'exploitation nucléaire en Chine.

2. PROCESSUS DE DÉCISION

Le site a été repéré fin 80, la préparation du site engagée dès 2005, et le projet lancé en 2007. Il fut alors convenu d'associer EDF, ARÉVA ainsi qu'Alstom. En 2009, le projet est approuvé par le Conseil d'Etat, les contrats sont signés et la Joint Venturi est créée.

¹ CGN : China General Nuclear Power Corporation.

² TNPJVC : Taïshan Nuclear Power Joint Venture Company.

3. ORGANISATION DU PROJET

Selon le modèle de CGN : lotissement classique IN/IC/BoP³. AREVA fournit, en consortium avec la filiale d'ingénierie de CGN, CNPEC, la conception et les approvisionnements de l'îlot nucléaire, y compris le combustible, avec un contrat de transfert de technologie. Sur l'îlot conventionnel, c'est DEC/Alstom qui fournit les équipements, avec DEC leader. Alstom est également en consortium avec CNPEC en charge de la conception et de la fourniture des équipements de l'îlot conventionnel.

Conformément au principe en vigueur en Chine, l'installation est systématiquement confiée à des sociétés locales. TNPJVC gère l'interface verticale entre la fourniture des études et des équipements d'une part et les travaux d'autre part. Ainsi, les montages électromécaniques sont confiés à la Cie 23⁴, pour l'îlot nucléaire, et à GPEC pour l'îlot conventionnel, y compris la salle des machines, et les communs de site. Deux sociétés, Huaxing et CSCEC, se partagent le génie civil.

TNPJVC assure lui-même la préparation et la réalisation des essais de mise en service, en s'appuyant sur le détachement d'ingénieurs de CNPEC. Le transfert de la construction à l'exploitant est un processus interne à TNPJVC.

4. FABRICATIONS

Îlot nucléaire : AREVA fournit notamment la cuve et les internes, les GV, les pompes primaires (fabrication par Jeumont Schneider), les supports des GV et PP, les mécanismes de grappes, le pressuriseur. Sur la tranche 1, ces fabrications ont été faites à l'étranger : cuve au Japon et le reste en France ou en Europe. Sur la tranche 2, les mêmes équipements ont été assemblés en Chine à partir de forgés importés, dans le cadre d'un transfert de technologie auprès de deux partenaires chinois (Dongfang Electric et Shanghai Electric).

AREVA est alors présent dans les usines pour apporter l'assistance nécessaire, de même qu'EDF pour participer à la surveillance de fabrication en collaboration avec CGN. Actuellement, pratiquement tous les équipements sont livrés pour les deux réacteurs ; il ne manque plus que les internes de cuve du réacteur n°2 en cours de finalisation à Shanghai. Sur l'îlot conventionnel, le taux de localisation est plus important dès la tranche 1 : Alstom a fait à Belfort le HMP et le premier corps BP. Dongfang a réalisé le reste, y compris les alternateurs, avec l'appui d'Alstom.

5. TAÏSHAN DANS LE PARTENARIAT EDF/CGN

Daya Bay 1 et 2 sont la copie des unités de Gravelines 5 et 6, la tranche 1 ayant été la première tranche nucléaire mise en service en Chine (février 1994). Pour Ling Ao phase 1, les unités 1 (2002) et 2 (2003) ont été construites sur le même site que Daya Bay, avec un objectif de prise en main par les acteurs chinois.

En phase 2, les unités 1 (2010) et 2 (2011) sont de conception voisine de Ling Ao 1, avec quelques nouveautés : contrôle commande et conduite informatisés, turbine Mirabelle (technologie ARABELLE pour 1000 MW). À l'occasion du projet Ling Ao 2, CGN a lancé sa propre ingénierie de conception et de réalisation, complétant ainsi l'ingénierie d'exploitation de Daya Bay et Ling Ao1.

Ling Ao 2 a constitué la tête de série du modèle « CPR 1000 », réacteur de génération « 2+ » dont une quinzaine d'unités sont en exploitation ou en construction dans le cadre de clefs en main internes par l'ingénierie de CGN.

Le développement du Groupe CGN a par ailleurs porté sur l'intégration verticale dans certains domaines technologiques jugés stratégiques, comme la fourniture du contrôle commande (transfert de technologie de Mitsubishi). CGN a en projet un réacteur de 3^{ème} génération chinois (baptisé HUALONG) dans la même filière technologique que le CPR 1000 et l'EPR.

6. ORGANISATION DE CGN

Une entreprise locale par projet, avec une responsabilité du projet concentrée dans les mains du directeur de projet – et reporting direct à la Direction Générale du Groupe CGN – pour la réalisation puis l'exploitation du

³ Îlot nucléaire, îlot conventionnel, « Balance of Plant » : reste du site et aménagements généraux.

⁴ Cie 23 : compagnie chinoise chargée du montage des îlots nucléaires des deux premières unités françaises (Guangdong 1 & 2).

projet (volets technique, commercial et financier). Avantage : une équipe responsabilisée avec un contrat de gestion avec CGN, et la possibilité pour CGN de partager l'effort et le risque financiers avec des partenaires tout en gardant le contrôle de ces projets domestiques.

L'équipe locale bénéficie d'un appui de la structure centrale et des autres filiales de CGN : ingénierie de conception, de réalisation et d'exploitation, services auxiliaires (transports, combustible, logistique, etc.).

La stratégie industrielle de CGN est intégrée dans la stratégie nationale, avec de grandes ambitions, y compris à l'exportation⁵. Il s'agit avant tout d'une culture de la compétition et de confrontation à la concurrence, aussi bien à l'intérieur de la Chine qu'à l'étranger. L'exploitation du parc nucléaire de CGN est performante, avec des taux de disponibilité moyens de 89 % en 2013⁶. GNN est reconnu par ses pairs comme un exploitant performant et sûr.

7. ÉVOLUTION DU RÔLE D'EDF DANS LES PROJETS CHINOIS

Daya Bay, c'est l'exportation d'une centrale française de 900 MW, avec l'implication des acteurs français traditionnels dans le cadre d'un lotissement IN/IC/BoP. Une centaine de personnes EDF portaient la responsabilité technique du projet aux côtés de l'exploitant local. Ce schéma a guidé la structuration de CGN vers le modèle d'ingénierie intégrée auquel il a abouti lors des projets suivants.

Ling Ao phase 1, c'est déjà une prise en main locale, avec développement des instituts d'ingénierie chinois. Environ 50 personnes d'EDF présentes en assistance à maîtrise d'ouvrage.

Sur Ling Ao phase 2, le projet a bénéficié de certaines améliorations notamment en contrôle commande informatisé ; l'objectif est pour CGN d'exercer et de démontrer sa maîtrise autonome en matière de conception, de construction et de mise en service par l'ingénierie interne de CGN établie à cette occasion. Seulement 15 personnes d'EDF présentes sur place en assistance à la maîtrise d'ouvrage. C'est aussi la tête de série du CPR 1000 dont douze réacteurs complémentaires sont réalisés par l'ingénierie de CNPEC, dans le cadre d'un clef en main interne pour les filiales de projet et d'exploitation, et moyennant un lotissement contractuel beaucoup plus fin que la répartition IN/IC/BoP initiale.

Taïshan phase 1 : On revient sur un transfert de technologie, compte tenu des innovations apportées par l'EPR, et CGN revient au schéma IN/IC/BoP. AREVA a la responsabilité de l'îlot nucléaire (où se trouvent les principales innovations du palier EPR). Alstom fournit la turbine Arabelle 1750 MW. EDF est associée à CGN à tous les niveaux du rôle de management du projet et de l'exploitation, apportant l'expérience du projet Flamanville 3 engagé deux ans auparavant. L'implication d'EDF se traduit par une équipe d'une cinquantaine de personnes intégrée dans les différentes fonctions et aux différents niveaux hiérarchiques de TNPJVC.

Dans la réalisation de sa mission, cette équipe s'appuie en tant que de besoin sur les filières d'expertise de l'ingénierie d'EDF, DIN/CNEN pour le projet, DPN pour l'exploitation, et favorise la coopération avec le projet Flamanville 3 piloté par ces entités. En tant qu'actionnaire de TNPJVC, EDF participe au financement (30 %), partage la responsabilité et accède ainsi à une implication plus profonde que dans le cadre d'une assistance à la maîtrise d'ouvrage.

La finalité de cette implication est d'entretenir et de continuer de développer les compétences et les capacités d'EDF, et au-delà de sa filière industrielle, via la participation à des projets de construction neuve, notamment en Chine où la moitié de ces projets ont lieu.

À Taïshan, la langue de travail est le chinois, tant dans les réunions qu'au niveau d'une grande partie de la documentation. EDF travaille avec des interprètes locaux. Les échanges avec les fournisseurs français AREVA et Alstom et la coopération avec les autres EPR se font en anglais. TNPJVC a des relations officielles directes avec les deux autres projets EPR en construction à Flamanville et Olkiluoto, et participe au cadre collectif initié par EDF de « l'EPR Family » avec un périmètre élargi au projet britannique Hinkley Point d'EDF.

8. LA GÉNÉRATION 3 EN CHINE

Le modèle AP 1000 de l'américain Westinghouse constitue la référence choisie par les autorités chinoises pour la génération 3. Il se présente comme « révolutionnaire » (sûreté passive, simplicité), alors que l'EPR est un modèle

⁵ Ils ont gagné un projet en Roumanie d'une centrale à eau lourde. Ils ont été chercher ailleurs les compétences « eau lourde » qui leur manquaient, se chargent de la partie conventionnelle, mais gardent la responsabilité de l'ensemble.

⁶ Taux cohérents avec des réacteurs fonctionnant en base.

« évolutionnaire » basé sur le retour d'expérience combiné du N4 français et du Konvoi allemand et sur la recherche de robustesse.

La construction des premiers AP 1000 (4 unités de 1250 MW présentés avec une sûreté passive), a été engagée quelques mois avant Taïshan. Il y a clairement compétition entre les deux modèles pour mettre en service le premier modèle de 3^{ème} génération en Chine et probablement dans le monde.

9. LES ATOUTS DE LA COOPÉRATION EDF – CGN

Sens du partenariat : EDF a une expérience importante acquise sur le plus grand parc standardisé en exploitation dans le monde depuis 30 ans en moyenne ; CGN dispose d'un des plus ambitieux programmes de construction domestique de centrales au monde. EDF dispose également d'un nouveau projet domestique important avec Hinkley Point C en Grande Bretagne, auquel CGN pourrait participer.

CGN s'est développé dans le cadre d'un partenariat avec EDF et l'industrie française. Les deux partagent une filière technologie et un système normatif, ouvrant la voie à des coopérations et des synergies.

Ce partenariat offre aussi l'opportunité de confronter les méthodes et les modèles d'activité. Une coopération directe Taïshan-Flamanville a été mise en place qui permet d'échanger régulièrement des informations au profit des deux projets.

EDF et CGN sont susceptibles d'être partenaires dans des pays tiers dans lesquels l'un ou l'autre peut avoir un accès plus favorable.

10. OÙ EN EST-ON À TAÏSHAN ?

La conception est terminée.

Les dômes ont été posés respectivement en 2011 et en 2012, soit 24 mois après le premier béton. Sur le plan du génie civil, le coulage du béton de l'enceinte extérieure de l'unité 1 et la précontrainte du bâtiment réacteur de l'unité 2 s'achèvent.

Les montages électromécaniques sont à plein régime sur la tranche 1. Ceux de la tranche 2 suivent, bénéficiant du retour d'expérience. Les essais des systèmes ont commencé sur les deux unités. Les premiers rinçages du circuit primaire et de la cuve du réacteur 1 ont été réalisés fin 2013. La prochaine étape est l'engagement des essais à froid.

La NNSA exerce un rôle équivalent à celui de l'ASN en France. Elle a des échanges avec les autres autorités de sûreté qui ont à gérer un projet d'EPR à divers degrés d'avancement (France, Finlande, Angleterre et USA).

Le rapport de sûreté final a été remis à l'Autorité de Sûreté chinoise NNSA fin 2012. Son instruction a été formellement engagée mi 2013 en vue d'une autorisation de chargement visée en 2015. L'autorité de sûreté a une équipe permanente sur place, ce qui permet une bonne réactivité.

L'unité de lieu garantie par la concentration sur le site de Taïshan de toutes les fonctions du projet, ainsi que depuis environ un an de l'équipe d'ingénierie d'ARÉVA chargée de la production des derniers documents d'ingénierie et de la fourniture des équipements, favorise grandement le déroulement du projet à ce stade de son exécution.