

# **La coopération nucléaire franco-chinoise : histoire d'un modèle de développement partagé**

Félix Torres

***Entre la France et la Chine, la coopération dans le domaine nucléaire date de plus de trente ans. Les entreprises françaises ont contribué à l'émergence du nucléaire chinois et apporté leur technologie. La coopération est passée au stade d'une relation sur une base d'égalité au début du XXI<sup>e</sup> siècle. La France a ainsi permis l'émergence d'une industrie nucléaire chinoise moderne. Dans le même temps, le secteur nucléaire chinois est devenu un élément central du devenir de la filière nucléaire française, tous acteurs confondus.***

Eldorado ou... enfer ? La perception commune de la coopération nucléaire franco-chinoise oscille trop souvent entre ces deux extrêmes. Côté lumière, un grand marché en plein essor dans lequel notre industrie exporterait des centrales nucléaires complètes, obligamment acquises par un pays du Milieu restant en position subordonnée. Côté ombre, cette vente unilatérale serait synonyme de perte de technologie et de secrets nucléaires (comme une campagne de presse hostile l'a illustré fin 2012), trop vite dupliqués par une industrie chinoise désormais capable de nous concurrencer et de nous remplacer.

La réalité est tout autre. Elle procède d'abord d'une longue histoire qu'il faut connaître pour comprendre les tenants, aboutissants et déroulements d'une coopération qui s'inscrit dans la durée, composante essentielle de l'industrie nucléaire, et d'une relation bien comprise avec la Chine et les Chinois... Une histoire inaugurée en 1983 avec les centrales à eau pressurisée (PWR) de Daya Bay, mais aussi de Qinshan I. La Chine entre dans le nucléaire civil avec une technologie française d'origine américaine, celle d'ailleurs qui équipe la majeure partie des centrales nucléaires de la planète. Certes, au

fil des ans et après nombre d'hésitations et de volte-face stratégiques, elle a multiplié les filières et les partenaires : américains, canadiens, russes. Pourtant, au fil des différentes générations nucléaires locales et malgré la diversité du parc chinois, la filière d'origine française n'a cessé de s'imposer au sein d'un secteur à la fois entièrement sinisé et en plein essor, porté par l'essor de la première économie mondiale.

Loin d'être désespérant si l'on ne le perçoit pas sous le prisme d'un futur et irrémédiable affrontement, ce constat ouvre au contraire de larges perspectives de partenariat à la filière nucléaire française : EDF, Areva, Alstom et la centaine de PME-PMI qui travaillent aujourd'hui pour le nucléaire chinois, fortes d'une expertise mondiale reconnue. La construction, l'évolution, l'exploitation de réacteurs issus de la technologie française, à la condition de maintenir la cohérence existant entre les référentiels français et chinois, est porteuse de développement, d'apprentissage, d'effet de série pour la filière nucléaire française, à l'échelle nationale et désormais internationale. Le moment n'est pas éloigné où des réacteurs nucléaires franco-chinois (ou sino-français) seront proposés sur le marché mondial, correspondant

au nouveau cycle industriel dans lequel entre la Chine. Après « l'acquisition » (années 1990-2000) et « l'intégration » (aujourd'hui), elle s'insère désormais dans un cycle d'accession internationale, ou globale, pour employer le terme consacré. Les groupes occidentaux ne peuvent plus se contenter d'aider leurs partenaires chinois à rattraper leur retard technologique : ils doivent accompagner le nouveau « rêve chinois » par des collaborations encore plus poussées, autour de projets ambitieux de développement, en Chine et dans le monde<sup>1</sup>.

Une démarche à long terme de « coopération<sup>2</sup> » – entendu comme un paradigme rela-

tionnel faisant de la capacité à coopérer le fondement de la compétitivité d'une entreprise plutôt que le seul affrontement – qui est aussi le fruit de l'Histoire. Celle-ci nous enseigne, notamment quand il s'agit de la Chine, l'importance de la complexité, la nécessité de la patience et, plus que jamais, la nécessité d'une approche relationnelle, « dialogique » entre nous et l'autre, entre Français et Chinois, et inversement.

## 1. L'Histoire au rendez-vous de la genèse de Daya Bay et Qinshan I

Si la centrale de Daya Bay (*Daya Wan* en chinois) constitue à maints égards « l'acte fondateur de la coopération franco-chinoise », selon la formule du Premier ministre François Fillon lors de son voyage officiel en Chine en

1. Voir François Candelon, « Les nouveaux habits des entreprises chinoises », *Le Monde*, 19 mars 2015.

2. Sur la notion de coopération, voir Dyer J.H. et Singh H., "The relational view: cooperative strategy and sources of inter-organizational competitive advantage", *Academy of Management Review*, vol. 23, n°4, 1998, pp. 660-679. Pour une vision nuancée et réaliste de la coopération entre la Chine et l'Occident, voir Dominique Jolly, *Ces entreprises qui font la Chine*, Paris, Eyrolles, 2012 et Edward Tse, *The China Strategy*, New York, Basic Books, 2010. Pour une version critique de la coopération nucléaire franco-

chinoise, voir Jean-Paul Yacine, « L'extraordinaire défi du nucléaire en Chine », mars 2012-2015, [www.questionchine.net](http://www.questionchine.net).

### Du nucléaire militaire au nucléaire civil, de Mao à Deng Xiaoping

Malgré l'immense soif d'énergie d'un pays en plein décollage économique, le développement de l'énergie nucléaire civile en Chine a été lent. L'abondance du charbon, une forte tradition d'équipement hydroélectrique incarnée par la figure du grand ingénieur Pan Hiazheng, le coût et l'importance des techniques et des savoir-faire nécessaires à la maîtrise de l'énergie nucléaire, aux risques éminemment politiques (accidents de Three Mile Island en 1978 et surtout de Tchernobyl en 1986) y sont pour beaucoup,

La Chine est entrée dans l'ère de l'atome le 15 janvier 1955, lors d'une conférence élargie du bureau politique du Parti communiste chinois, au cours de laquelle le président Mao invitait les scientifiques chinois à « se consacrer immédiatement à la mise en œuvre d'un programme nucléaire ». Grâce à l'aide soviétique (suspendue en 1959), aux compétences de physiciens de haut niveau comme Qian Sanqian, Peng Huanwu, Chen Nengkuan et Wang Ganchang, diplômés des universités américaines et européennes et travaillant à l'institut CIAE proche de Pékin et sur les sites de Lanzhou et de Diwopu (Gansu), la Chine a fait exploser sa première bombe atomique le 16 octobre 1964, puis thermonucléaire moins de trois ans après, le 17 juin 1967. Il avait fallu quatre ans à l'URSS, sept aux États-Unis, cinq à la Grande-Bretagne et huit à la France pour parvenir à cette dernière performance !

Le 28 juillet 1970, peu de temps après le lancement du premier sous-marin nucléaire chinois, le ministère de l'Industrie mécanique n° 2, chargé de l'énergie nucléaire, doit aussi s'occuper de la production d'électricité. Mais les soubresauts qui accompagnent la fin de la Révolution culturelle, la mort en 1975 de Zhou Enlai et, en 1976, de Mao Zedong retardent l'idée d'une première centrale nucléaire civile, pourtant décidée en 1974. Il faut attendre l'arrivée au pouvoir de Deng Xiaoping en 1978 et sa politique de réforme et d'ouverture pour qu'un programme civil chinois démarre véritablement, l'option de centrales à eau lourde préconisée par les militaires étant écartée au profit des PWR d'inspiration occidentale de Qinshan et de Daya Bay.

décembre 2009, il y a aussi un avant et un à-côté Daya Bay<sup>3</sup>. Dès les années 1970, les ingénieurs chinois n'ont pas été insensibles à l'exemple donné par la France – première grande nation occidentale à reconnaître à part entière la République populaire de Chine en janvier 1964 –, qui francise avec succès la technologie américaine à eau pressurisée du PWR dans le cadre de la mise en œuvre de son programme nucléaire<sup>4</sup>. Le pays dans lequel Deng Xiaoping, à la tête de la Chine populaire à partir de 1978, a travaillé dans les années 1920, et

3. Toutes les informations relatives à l'histoire de la coopération nucléaire franco-chinoise procèdent, sauf indication contraire, de la recherche détaillée publiée par Félix Torres, *Le chemin partagé*, préface de François Roussely, François Bourin Éditeur, 2011 et de la partie finale de Boris Danzer-Kantof et Félix Torres, *L'énergie de la France – de Zoé aux EPR, l'histoire du programme nucléaire*, préface de Philippe Boulain et Marcel Boiteux, François Bourin Éditeur, 2013.

4. Voir Véronique Lefebvre et Félix Torres, *Chooz de A à B, une histoire de la filière à eau pressurisée française*, Tours, Public Histoire, 1996.

auquel il a rendu visite en mai 1975 en qualité de vice-Premier ministre (Figs. 1 et 2) apparaît comme la seule nation disposée à lui transférer son savoir-faire nucléaire.

Dans le sillage du voyage de Georges Pompidou en septembre 1973, premier chef d'État européen à visiter la République populaire de Chine, une série de contacts se sont établis dans le domaine de l'énergie nucléaire. Alors directeur général d'EDF, Marcel Boiteux reçoit Sir Lawrence Kadoorie, capitaine d'industrie milliardaire philanthrope et francophile de Hong-Kong, propriétaire de l'entreprise d'électricité *China Light & Power* (CLP) fondée par son père et son frère, Juifs ayant quitté l'Irak au début du XX<sup>e</sup> siècle. Lord Kadoorie vient lui proposer d'acheter une centrale nucléaire, mais à la condition que ce soit l'entreprise britannique GEC (*General Electric Company*) qui fournisse les équipements. Le ministre de l'Industrie de l'époque aurait donné son feu vert à cette percée à l'exportation qui se heurte au veto d'Ambroise Roux, président de la Compagnie



**Figures 1 et 2. Déplacement de Deng Xiaoping, vice-Premier ministre chinois, à Aubigny (Seine-et-Marne) le 14 mai 1975, lors la première visite officielle d'un dirigeant de la Chine populaire dans un grand pays occidental**

*De g. à dr. : Jean-François Deniau (secrétaire d'État à l'Agriculture), Deng Xiaoping, le traducteur, René Pigeon (exploitant agricole)*  
(Photos : DR)



*Après avoir passé une partie de sa jeunesse en France, au début des années 1920, et travaillé en particulier au Creusot (qui fabrique les premières cuves PWR françaises), « très heureux de retourner sur les lieux de son passé », Deng Xiaoping visite officiellement le pays en mai 1975 (Paris, Lyon et cette exploitation agricole). Il y rencontre Jean-François Deniau avec qui il nouera des relations amicales. En tant que ministre du Commerce extérieur, J.-F. Deniau lui rendra visite à Pékin en 1978... pour parler cette fois-ci de nucléaire.*

générale d'électricité, future Alcatel-Alsthom, qui ne souhaite pas que la première centrale nucléaire française vendue à l'étranger se fasse sans son groupe<sup>5</sup>... En fait, la décision chinoise sera longue à se dessiner et, en France, nul n'en maîtrise vraiment les tenants et aboutissants.

En janvier 1978, Raymond Barre, premier chef de gouvernement français à se rendre en Chine populaire, annonce que celle-ci va faire appel à l'Occident pour réaliser les équipements nécessaires à la renaissance de son économie. En juillet, le nucléaire sera au centre de la visite à Pékin du ministre du Commerce extérieur, Jean-François Deniau, qu'accompagne une délégation composée notamment de représentants de Framatome<sup>6</sup>. Si la question est aussi économique, elle est d'abord politique. À la fin de l'entrevue entre Deng Xiaoping et Jean-François Deniau, le premier dresse deux doigts écartés en direction de la presse, signifiant la commande à la France des deux premières centrales nucléaires chinoises, dont l'une à Sunan dans le cours inférieur du Yangzi, en amont de Shanghai, qu'elle alimentera en électricité<sup>7</sup>.

## 2. Pékin fait durer le suspense

Malgré l'autorisation de l'administration du président Jimmy Carter – la technologie française repose alors sur une licence cédée par Westinghouse et son exportation à un certain nombre de pays portés sur une liste rouge, dont la Chine populaire, est soumise à restriction –, les autorités chinoises font savoir, en janvier 1979, que le projet est suspendu *sine die*. C'est la conséquence directe des différents problèmes que connaît le pays à cette époque, la faiblesse des finances chinoises et

les divergences persistant au sein des divers ministères chinois quant à la définition d'une nouvelle politique nucléaire.

Les contacts entre Chinois et Français n'ont pas été rompus. Lors de la visite officielle en Chine du président Valéry Giscard d'Estaing, qui rencontre Deng Xiaoping le 17 octobre 1980, un accord de principe a lieu pour la participation des industriels français à la construction d'une centrale, située désormais dans le Guangdong. Mais cette décision, trop précoce, est ajournée l'année suivante, le financement du projet n'étant pas encore résolu. À partir de 1978-79, la politique d'ouverture de Deng Xiaoping prend son essor, avec pour province-pilote des réformes, le Guangdong, siège de trois zones économiques spéciales (ZES) sur quatre. Le 21 juin 1980, le successeur de Mao donne son accord à la construction de deux tranches nucléaires sur la côte sud-est du pays. Installée au fond de la seconde grande baie au nord-est de Hong Kong, Daya Bay, à 45 kilomètres à vol d'oiseau de Shenzhen (métropole qui voit le jour de l'autre côté de la frontière avec Hong Kong), la centrale nucléaire produira à elle seule 23 % de la consommation totale du Guangdong et du territoire britannique. Une société *joint-venture* constituée à 75-25 % avec la société hongkongaise CLP mènera à bien le projet et son financement en devises, via l'achat de 70 % de l'électricité produite par la centrale.

La *Guangdong Nuclear Power Station 1* (GNP1), nom officiel de Daya Bay, n'est pourtant pas la première centrale nucléaire réalisée en Chine avec l'aide française. En novembre 1982, les responsables du nouveau ministère de l'Industrie nucléaire<sup>8</sup> ont annoncé la décision de construire une PWR de 300 MW de conception chinoise à Qinshan, dans le Zhejiang, au sud de Shanghai. Pour la Chine et Li Peng, chef d'orchestre du nouveau secteur nucléaire, il s'agit d'accumuler les expériences, de former des hommes et de maîtriser toute la gamme des technologies<sup>9</sup>. Conçue par l'ingé-

5. Marcel Boiteux, cité dans Boris Dänzer-Kantof et Félix Torres, *L'énergie de la France*, op. cit., p. 629.

6. Voir le livre d'Yves Girard, alors vice-président de Framatome, *Un neutron entre les dents*, Paris, Éditions Rive Droite, 1997, pp. 275-282.

7. Le choix du procédé PWR par Deng Xiaoping est américano-français, à la fois pragmatique et national : la technologie américaine la plus éprouvée et répandue dans le monde associée à l'approche de la France « francisant » avec succès cette technologie pour son programme nucléaire national (cf. Véronique Lefebvre et Félix Torres, *Chooz de A à B*, op. cit. et Boris Danzer-Kantof et Félix Torres, *L'énergie de la France*, op. cit.).

8. Créé au mois de mai à partir du bureau n° 2 du ministère de la Construction mécanique, il formera six ans plus tard, en 1988, la *China National Nuclear Corporation* (CNNC).

9. Li Peng, *Du démarrage au développement. Journal électronucléaire de Li Peng*, Editions Xinhua, Pékin, 2004, entrée du 17 avril 1984.

nierie chinoise, la construction de la centrale de Qinshan démarre ainsi au printemps 1985, réalisée par des composants à la fois chinois et importés en *shopping around* auprès de divers pays, notamment la France et son constructeur nucléaire Framatome.

### 3. Les raisons du choix de la France

Pour Daya Bay, la Chine choisit une double option aux conséquences durables : une construction majoritairement française et une maîtrise d'œuvre déléguée à EDF. La France est choisie tant pour des raisons de coût permises par l'effet de série du programme français (alors au pic de son entrée en fonctionnement suite à la décision de lancement du plan Pompidou-Messmer de 1974) que pour des facteurs politiques et symboliques. Li Peng les résumera en mars 1984 : « *La France a été le premier pays à entreprendre des négociations avec la Chine sur un projet de centrale nucléaire, le premier à vouloir nous vendre des réacteurs (selon un accord déjà conclu en 1980) et le premier à se déclarer prêt à nous transférer sa technologie sans contrôle ultérieur de son utilisation* »<sup>10</sup>.

La Chine souhaite également confier aux Français les îlots non nucléaires associés à des équipements auxiliaires britanniques, une option qu'encouragent à partir de 1981 les responsables français désireux d'associer Alstom, très présent en Chine depuis les années 1950 avec la fourniture de locomotives. Mais la partie britannique s'oppose à cette éventualité, menaçant de ne pas donner son accord pour l'achat de l'électricité par Hongkong, comme pour la participation à une société commune, si la Chine n'achète pas des îlots classiques britanniques<sup>11</sup>. La Chine finit par se rallier à une

combinaison franco-britannique, seule façon de décrocher le marché hong-kongais pour l'électricité produite par la centrale. À la différence d'Alstom Atlantique, qui fabrique les turbo-alternateurs de toutes les centrales du programme nucléaire français, GEC n'a pourtant aucune expérience en la matière, le produit qu'elle propose n'étant qu'un prototype.

La fusion en 1989 d'Alstom et de GEC sous le nom de GEC-Alstom lèvera les incertitudes pesant sur la partie classique de la centrale. Les turbo-alternateurs de Daya Bay ont été ainsi fabriqués en France, au Bourget et à Belfort, à l'instar de tous ceux du programme nucléaire français.

### 4. EDF, maître d'œuvre d'une centrale sino-franco-britannique

Lors de sa visite à Pékin du 3 au 7 mai 1983, François Mitterrand s'était déclaré prêt à consentir des transferts de technologie à condition que la Chine achète une quantité suffisante de matériels français. Un mémorandum sur la coopération en électricité nucléaire est signé le 5 mai, la France s'engageant à construire quatre tranches nucléaires en Chine, avec un transfert complet de technologie et la participation d'entreprises chinoises. Le rôle d'EDF se précise, à la demande expresse des autorités chinoises qui préfèrent travailler avec une entreprise publique prestigieuse plutôt qu'avec Framatome, constructeur privé. Le 23 septembre, un contrat préliminaire est signé, confiant à EDF les études liées au site de Daya Bay, la mise au point des spécifications générales des îlots nucléaires et conventionnels et l'assistance pour la consultation des principaux fournisseurs. Relativement modeste, cette intervention préalable fera tache d'huile, orientant durablement le mode de coopération entre partenaires chinois et français.

Le choix technique de la centrale a lieu en 1984 : deux tranches de type M310 proches des unités de 900 MW d'EDF les plus récentes, celles des tranches 5 et 6 de Gravelines, améliorées techniquement. Puissance plus élevée, souplesse des variations de puissance

négociations sur le transfert de Hong Kong à la Chine, pp. 239-243.

10. *Ibid.*, entrée du 6 mars 1984.

11. Lors du sommet de Versailles de l'été 1982, Margaret Thatcher évoque avec François Mitterrand le dossier nucléaire chinois, demandant une coopération franco-britannique basée sur la répartition en deux îlots, nucléaire et conventionnel. La légende veut que la Dame de fer ait exigé que les turbines de la future centrale soient britanniques, notamment lors de son séjour à Hong Kong et en Chine en septembre 1987. Cet épisode, cité par plusieurs témoins, ne figure pas dans la partie de ses mémoires, *10, Downing Street*, Londres, Harper Collins Publishers, Paris, Albin Michel, 1993, consacrées aux



améliorée et sûreté encore accrue, etc. Le montage technique d'ensemble de la centrale est arrêté à l'automne 1984. Le propriétaire et futur exploitant de la centrale, *China Guangdong Nuclear Power Company* (CGNPC) en assure l'architecture industrielle, sur le modèle français et confie ce rôle à EDF comme manager technique, très précisément assistant au maître d'ouvrage.

Ici réside l'originalité du montage contractuel et industriel de la centrale du Guangdong. Pour éviter tout problème et garantir le succès général du projet, les responsables chinois souhaitent une intervention d'EDF la plus étendue possible, demande qui convient au négociateur principal, André Caillault, président de Sofinel<sup>12</sup>, qui ne souhaite pas reconduire le rôle secondaire d'EDF dans les centrales de Koeberg (Afrique du Sud) et Ulchin (Corée du Sud) réalisées par Framatome. L'électricien interviendra comme pilote de l'ensemble des prestataires et fournisseurs, les îlots nucléaire et conventionnel étant fournis clé-en-main par Framatome et par GEC, une partie des travaux publics étant réalisés par Campenon Bernard (aujourd'hui Vinci). À la direction technique du projet (études d'ingénierie et de génie civil incluses), s'ajoutent la formation du personnel d'exploitation chinois, l'assistance à la mise en place d'un centre de formation sur place et une assistance technique 22 mois après la mise en service de la centrale.

La cérémonie officielle de la signature du contrat se tient le 19 janvier 1985 au Palais du Peuple à Pékin, la finalisation financière des contrats respectifs d'EDF, de Framatome et de GEC ayant lieu à l'automne 1985.

## 5. Daya Bay, un chantier de huit ans

Le 12 mars 1986, la *Guangdong Nuclear Power Joint Venture Company* (GNPJV), l'entreprise mixte sino-hongkongaise créée pour lancer Daya Bay, signe la lettre de commande à EDF pour le contrat de prestations de services, à Framatome pour les îlots nucléaires

12. Société française d'ingénierie électronucléaire et d'assistance pour l'exportation, créée en 1975, au capital détenu à 55-45 % par EDF et Framatome.

et à GEC pour les îlots conventionnels. La construction peut commencer... malgré la catastrophe de Tchernobyl qui survient un mois et demi plus tard, le 26 avril 1986, et l'émotion générale qu'elle provoque à Hong-Kong. La réalisation de Daya Bay, conduite par le grand ingénieur Zan Yunlong, pilotée pour EDF par Hervé Machenaud, aujourd'hui directeur de la production et de l'ingénierie d'EDF, s'est échelonnée de 1986 à 1994. La divergence de la tranche 1 et son couplage au réseau interviennent en juillet-août, ceux de la tranche 2 début 1994. La centrale est officiellement inaugurée le 6 février 1994. L'ensemble des travaux enregistre un retard de 15 mois pour la première tranche, de 9 pour la seconde, un glissement modéré au regard de l'ensemble des problèmes à affronter (fossé linguistique, de mentalité, de méthodes...). Au plus fort des travaux, plus de 10 000 personnes, Chinois pour la plupart, locaux ou venus du reste du pays, étrangers de 22 nationalités dont 400 Français, ont travaillé sur le site, véritable tour de Babel.

Le chantier a surtout évité une sérieuse crise : celle des événements de Tian'anmen au printemps 1989. Malgré certaines réticences parisiennes, surtout politiques, les ingénieurs français, ceux d'EDF et de Framatome notamment, réussissent à convaincre leurs directions respectives de rester et de poursuivre le travail. Malgré la mise à mal des relations franco-chinoises entre 1992 et 1994 à cause de la vente à Taiwan de frégates puis de Mirage 2000, EDF, Framatome et GEC-Alsthom préserveront un lien privilégié avec les autorités chinoises.

Le 3 avril 1992, le contrat d'assistance à l'exploitation et à la maintenance signé entre CGNPC et EDF prévoit la formation à la conduite de près de 200 ingénieurs chinois et la constitution d'équipes de conseillers EDF chargés de transférer leur savoir-faire aux futurs exploitants de Daya Bay. À partir de 1991, deux exploitants venus d'EDF, René Vella puis Pierre Decaix, prennent en main le démarrage de la centrale, formant et sensibilisant leurs collègues. Le 1<sup>er</sup> juillet 1997, date du retour de Hong Kong à la Chine, clé de voûte du projet de Daya Bay, Pierre Decaix remet solennellement la clé du site à Pu Jilong, le premier chef de centrale chinois. La première centrale nucléaire du

Guangdong est désormais entièrement entre des mains chinoises. Alain Peyrefitte l'a souligné dans *La Chine s'est éveillée*, le couplage au réseau de Daya Bay constitue un « événement de portée planétaire »<sup>13</sup>, même s'il passe sur le moment inaperçu dans le contexte tendu de la livraison d'armes françaises à Taiwan.

Daya Bay (Fig. 3) a fortement contribué à changer le mode de pensée nucléaire chinois au sein de la société neuve que constitue CGNPC, les ingénieurs chinois acquérant une expertise d'ensemble en matière d'ingénierie, de construction, de gestion et de préparation de l'exploitation d'une centrale nucléaire. Un personnel compétent s'est formé au fil du chantier et du démarrage de la centrale, avançant dans la hiérarchie, se familiarisant à la démarche du nucléaire civil dans le style propre à l'approche française. Ce processus permettra à la Chine de commencer à siniser progressivement la technologie du PWR transférée par les Français... comme ces derniers l'avaient fait précédemment à l'égard de Westinghouse !

### 6. Quatre technologies nucléaires différentes, une volonté de sinisation et de diversification

Au fur et à mesure de l'avancement de Daya Bay, les acteurs français souhaitent à la fois pérenniser et élargir cette percée. EDF entend

13. Alain Peyrefitte, *La Chine s'est éveillée. Carnets de route de l'ère Deng Xiaoping*, Paris, Fayard, 1996.

conserver le rôle leader de conseil du maître-d'ouvrage qu'elle a joué à Daya Bay, assurer une importante prestation de formation et d'assistance à l'exploitation et, dans le cadre de sa nouvelle stratégie de développement internationale, investir financièrement dans le projet d'une seconde centrale nucléaire du Guangdong. Au sommet de l'entreprise publique, la perspective de constitution d'un grand parc électronucléaire chinois apparaît comme le prolongement naturel du programme français en cours d'achèvement. Continuer à transférer de manière régulière en Chine une large part des compétences et du savoir-faire constitué par le programme français offre des perspectives évidentes : exportation d'études, de technologies et d'équipements français, formation d'ingénieurs et de techniciens chinois aux normes et aux pratiques hexagonales, celles de l'électricien public. En quelque sorte, « faire que le nucléaire en Chine soit la continuation vitale de l'activité en France »<sup>14</sup>.

Pour sa part, Framatome cherche à consolider de façon autonome ses positions dans l'empire du Milieu. Le chaudiériste français, s'il maîtrise la conception et la réalisation de l'élément-clé que constituent les cuves, est aussi un prestataire de services pour la partie montage. Fort d'un accord de partage conclu avec EDF en 1975 lui réservant (à ses yeux) le *leadership* des opérations du nucléaire à l'international,

14. Hervé Machelaud (directeur de l'international EDF), débat lors de la clôture des Carrefours de l'International EDF, Aix-les-Bains, 29 janvier 1999, Félix Torres, *Le chemin partagé*, op. cit.

**Figure 3. Daya Bay, construite entre 1983 et 1994, au nord de Hong Kong : la deuxième centrale nucléaire chinoise avec ses deux tranches à eau pressurisée inspirées de Gravelines (France)**

(photo : CGN)



Framatome souhaite s'affranchir de la tutelle jugée pesante d'EDF. Une volonté d'émancipation illustrée par son président charismatique, Jean-Claude Leny, quand, devant un témoin évoquant devant lui le rôle de l'international, celui-ci désigne la fenêtre de son bureau comme réponse...

Le réchauffement des relations sino-françaises début 1994 après l'affaire de Taiwan va permettre l'intervention de l'industrie française dans Qinshan II. Prenant pour référence Daya Bay, le second réacteur du site du Zhejiang fait explicitement appel à la technologie française. Le 10 avril 1992, Framatome paraphe un contrat-cadre de technologie avec CNNC, consistant à transférer aux ingénieurs chinois du *Beijing Institute of Nuclear Engineering* (BINE)<sup>15</sup> et du *Nuclear Power Institute of China* (NPIC) les données, logiciels et autres documents ayant permis la construction de Daya Bay.

Le constructeur français fournira plusieurs gros équipements importés, pompes primaires, cuves (Fig. 4), générateurs de vapeur, etc., même si la part des équipements fabriqués en Chine dépasse les 55 %. Parallèlement, via un contrat d'assistance pour l'exploitation et la maintenance inspiré de celui de Daya Bay, EDF intervient à Qinshan II comme consultant, en aidant les Chinois à répondre aux questions qu'ils se posent, envoyant des missions à leur demande. Les deux tranches de Qinshan II, dont la construction débute en juin 1996 et avril 1997, entreront en fonctionnement commercial le 15 avril 2002 pour la première et en mai 2004 pour la seconde, retardée par les problèmes de réalisation de la cuve à Shanghai.

Parallèlement, Framatome élargit le cadre de ses interventions. Suite à un accord signé en mai 1991, il contribue à la construction de l'usine de fabrication de combustible de type AFA 2G (conçu et fabriqué par l'entreprise française) de Yibin, dans le sud du Sichuan, basée sur un large transfert de technologie,



**Fig. 4. Livraison d'une cuve nucléaire Framatome (aujourd'hui Areva) en Chine**  
(photo : CGN)

industriel à CNNC et en études au NPIC, les Chinois souhaitant maîtriser la fabrication des recharges de combustible fourni à Daya Bay, Qinshan II et bientôt la seconde centrale du Guangdong. En 1998, un accord est signé avec CGNPC pour la nouvelle technologie du combustible AFA 3G produite à Yibin puis sur le nouveau site de Baotou. Désormais, ces deux usines vont approvisionner en assemblages de combustible AFA 3G l'ensemble des centrales nucléaires chinoises de 2<sup>e</sup> génération. En 1992, Framatome signe avec NPIC deux nouveaux accords : le premier pour réaliser des modifications et améliorations sur les deux tranches de Daya Bay ; le second pour élargir la coopération entamée à Yibin en matière d'études, de management et de services. Pour GNP2, seconde centrale du Guangdong, l'industriel français vise une commande autonome et en bloc, dissociée de l'intervention en amont d'EDF et en aval de l'îlot conventionnel que pourrait réaliser GEC-Alsthom.

Contrairement aux espoirs français, la seconde centrale construite sur le même site du Guangdong ne s'appellera pas Daya Bay II, un nom « très favorable pour la France »<sup>16</sup>, mais Ling Ao I, signe éloquent d'une volonté de sinisation accrue. Si les responsables chinois

15. Fondé le 8 janvier 1958, l'Institut d'ingénierie nucléaire de Pékin, également appelé Académie chinoise de science de l'énergie atomique ou Institut de recherche et de design de l'industrie nucléaire n° 2 est, à l'instar du CEA en France, le pionnier des premiers pas de la Chine dans le domaine nucléaire.

16. Yao Zhen Yan, vice-président de la Commission de la planification nationale le 12 novembre 1993 à Pékin, lors de sa rencontre avec le directeur de l'Équipement d'EDF, Yves Cousin, in Félix Torres, *Le chemin partagé, op. cit.*



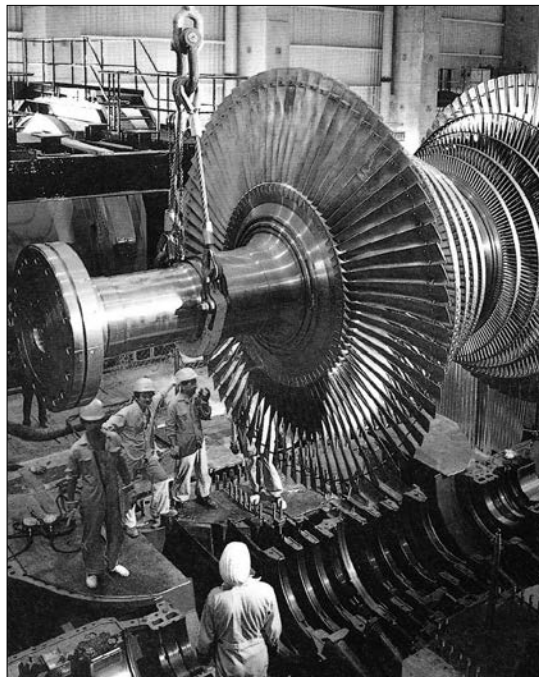
souhaitent réutiliser au maximum l'expérience acquise à Daya Bay en termes de conduite de projet et de techniques, ils veulent aussi assumer une responsabilité croissante en tant que maître-d'ouvrage dans l'ingénierie et la gestion de la nouvelle centrale nucléaire à construire. GNP2 sera tout d'abord entièrement financée par les Chinois eux-mêmes, ce qui rend la participation financière espérée par EDF sans objet.

### 7. Ling Ao : Pékin choisit le gré-à-gré avec les sociétés françaises

Renonçant à l'idée d'un appel d'offre international, le gouvernement chinois choisit de passer un marché de gré-à-gré avec les trois acteurs français de Daya Bay. La maîtrise d'ouvrage et l'ensemble de l'ingénierie est assurée par CGNPC avec l'assistance d'EDF, avec une part de localisation significative (30 % de façon globale et plus pour la tranche 2). EDF intervient en assistance au maître-d'ouvrage et en prestations d'ingénierie. GEC-Alsthom fournit les turbines (Fig. 5) et Framatome les deux îlots nucléaires. Le constructeur s'engage également à transférer sa technologie relative à l'îlot nucléaire et aux assemblages combustibles, de la conception et de l'ingénierie à l'exploitation et à la maintenance des systèmes et équipements fournis. Les entreprises chinoises assureront les travaux de gros-œuvre. Le 25 octobre 1995, les onze contrats concernant la construction de la centrale de Ling Ao sont officiellement signés au grand Palais du Peuple, une signature ayant été perturbée par un problème technique détecté au mois de février 1995 dans le temps de chute de 7 des 53 grappes de contrôle de la tranche 1 de Daya Bay<sup>17</sup>. Bien que résolu, cet incident a affaibli les positions françaises lors des négociations et contribué à aviver les rivalités entre trois acteurs français menant désormais chacun leur propre partie<sup>18</sup>.

17. Composées de crayons qui absorbent les neutrons, elles permettent d'arrêter automatiquement la réaction nucléaire en cas d'accident, assurant le réglage et la sécurité du réacteur.

18. GEC-Alsthom étant réduit à la portion congrue, si l'on en croit les souvenirs de son président Pierre Bilger dans *Quatre millions d'euros. Le prix de ma liberté*, Paris,



**Fig. 5 Livraison d'une turbine Alstom**  
(photo : CGN)

Les deux tranches de 985 MW de Ling Ao reconduisent pour l'essentiel celles de Daya Bay, avec des différences concernant principalement l'îlot conventionnel, le contrôle-commande, le matériel et les systèmes. Le montage industriel est identique à celui de Daya Bay, mais *Ling Ao Nuclear Power Company Ltd.* (LANPC), la filiale de CGNPC chargée de la construction et de la gestion de Ling Ao, a pris la place d'EDF à Daya Bay. Grâce à l'expérience de cette dernière, la construction de Ling Ao, resserrée et débutée en 1997, sera menée tambour battant. La tranche 1 entre en service en 2002, la seconde en 2003. La mutation majeure réside dans l'appropriation de la réalisation par les ingénieurs chinois. Sans pouvoir hiérarchique désormais, quelquefois marginalisés, leurs homologues français (notamment ceux d'EDF : 40 au début de la construction, 6 à la fin) jouent un rôle de conseil et d'assistant au projet, désormais conduit globalement en mandarin et dans des circuits de décision chinois. Comme

François Bourin Éditeur, p. 181 et entretien avec Félix Torres du 12 avril 2005.

l'a résumé l'un d'entre eux : « *De Daya Bay à Ling Ao, nous avons appris le partenariat et le métier de partenaire-assistant* »<sup>19</sup>.

Pour la Chine, Ling Ao I représente, bien plus que Daya Bay, l'« *apprentissage de l'indépendance* »<sup>20</sup>. « *Compter sur ses propres forces et coopérer avec l'étranger pour bénéficier des progrès technologiques* », c'est le mot d'ordre de la politique nucléaire du IX<sup>e</sup> Plan quinquennal chinois de 1996 à 2000. D'où la déception des responsables français qui espéraient prolonger le programme nucléaire hexagonal par une série de réacteurs chinois, dits GNP3 (pour *Guangdong Nuclear Plant* n° 3, après ceux de Daya Bay et Ling Ao I). Episode peu connu, l'idée, émise en 1995 par EDF et son président, Gilles Ménage, soutenue activement par l'ambassadeur de France Pierre Morel, qui consistait à aider le pays du Milieu à « construire une filière nationale chinoise » constituée de six réacteurs, basés sur les acquis de Ling Ao I et les évolutions les plus récentes des centrales françaises qui seraient transférées aux Chinois : salle de contrôle-commande informatisée du palier N4 français, chaudière Framatome améliorée, turbine GEC-Alsthom Arabelle. Le président Jacques Chirac présente avec force le projet lors de son entretien avec le Premier ministre Li Peng, le 16 mai 1997 à Pékin<sup>21</sup>.

## 8. Des accords avec la Russie et le Canada

Alors en quête de sources de financement, la Chine préfère répondre favorablement aux conditions de crédit et de prix offertes par le Canada et la Russie. Les premiers réalisent Qinshan III, deux réacteurs à eau lourde Candu de

---

19. Jean-Pierre Le Men, assistant du directeur du département Ingénierie et Approvisionnements sur le chantier de Ling Ao I, entretien rapporté dans Félix Torres, *Le chemin partagé*, *op. cit.*

20. Expression de Zheng Dong Shan, responsable de la mise en service et du démarrage de Ling Ao, « Ling Ao, l'expérience de la consultance à l'international », *Équipement 2000*, n° 40, cité dans *Ibid.*

21. Mémento de l'entretien selon les Indications données par le ministre de l'Industrie Frank Borotra au directeur des Affaires Internationales Jack Cizain, note de la direction internationale d'EDF du 21 mai 1997 et entretien de Félix Torres avec Jack Cizain le 19 avril 2005, *Ibid.*

700 MW fournis clé-en-main de 1998 à 2003 tandis que les seconds construisent les deux tranches à eau pressurisée VVER 1 000 MW russes de Tianwan (Jiangsu) de 1999 à 2005. Le choix de la diversité pour des raisons diplomatiques et financières permet aussi aux instituts nucléaires de Pékin comme le BINE, chargés de les superviser, de comparer les solutions technologiques en présence... L'arrivée en fonction du nouveau gouvernement de Zhu Rong Ji en mars 1998, moins favorable à l'énergie nucléaire que son prédécesseur, le ralentissement de la croissance chinoise avec la crise asiatique de 1998 donnent un sérieux coup de frein à l'ensemble du secteur, enterrant notamment le projet d'inspiration française GNP3. Au début des années 2000, la Chine compte seulement onze unités nucléaires en fonctionnement ou en construction, 9 000 MW au total sur trois sites : Qinshan 1 et 2, Daya Bay/Ling Ao et Tianwan, relevant de quatre technologies différentes !

## 9. L'émergence d'une filière nucléaire chinoise d'inspiration française

Au tournant des années 2000, la coopération nucléaire franco-chinoise et ses acteurs hexagonaux est morose. Malgré les apparences et contrairement au nôtre, le pays du Milieu reste marqué par la double empreinte de la taille et de la pluralité. C'est le cas dans le nucléaire où l'on compte notamment deux maîtres-d'ouvrage, CNNC au Nord et CGNPC au Sud, et trois instituts de design, le BINE, l'Institut de Shanghai et celui de Chengdu, tous jaloux de leur indépendance et de leurs prérogatives. À la différence de la situation française, la structure de l'ingénierie et de l'industrie nucléaire chinoise n'est pas favorable à une politique de standardisation. Les inévitables rivalités institutionnelles et régionales doivent être constamment arbitrées au niveau de Pékin.

Seule éclaircie, mais de taille : la signature, le 4 décembre 2000, d'un accord de partenariat et de coopération à long terme entre les parcs nucléaires français et chinois d'EDF et de CGNPC. Cet accord-cadre global de coopération à long terme pour l'exploitation de

leurs centrales nucléaires traduit la volonté réciproque des exploitants chinois et français de partager de façon équilibrée leur expérience et leurs bonnes pratiques, afin de faire progresser la sûreté nucléaire et les performances économiques et ce, pour le bénéfice mutuel des deux parties. L'accord fournit un cadre très large de coopération couvrant aussi bien les aspects contractuels que les différents accords de jumelage et autres, existants et à venir. Sur le terrain, il se traduit par l'organisation de séminaires d'échanges d'expérience en matière de management des ressources humaines, de management de la radioprotection et d'arrêts de tranche. Conformément à ces accords de jumelage, les centrales nucléaires de Gravelines et Tricastin fournissent un appui à Daya Bay pour toutes les questions touchant à l'exploitation, la formation et la maintenance.

L'accord noué en décembre 2000 devient le cadre obligé de référence du partenariat nucléaire franco-chinois. Permettant sa poursuite alors que s'achèvent les contrats d'assistance en cours, il signifie le basculement des relations sur une base d'égalité tout en faisant bénéficier le groupe du Guangdong de la plus-value que représentent les 1 000 années d'expérience française de fonctionnement. Mariés pour un très long terme, les deux parcs d'exploitation coopèrent désormais à parité.

Dans la première moitié de la décennie 2000, la progression du programme nucléaire chinois apparaît peu lisible, entre annonces de plans plus ou moins ambitieux, souvent repoussés, mélanges de différentes générations techniques (2<sup>e</sup> génération dite G2, 2<sup>e</sup> génération améliorée dite G2+, lancement d'une 3<sup>e</sup> génération G3, plus poussée en matière de sécurité et de performances), multiplication des acteurs et des projets en concurrence mutuelle, notamment ceux issus de la lignée Qinshan I et II pour CNNC et de celle de Daya Bay/Ling Ao pour CGNPC. Ce qui n'empêche pas l'industrie nucléaire chinoise de gagner en maturité et de se structurer autour de quelques grands pôles alors qu'un grand programme commence à prendre corps.

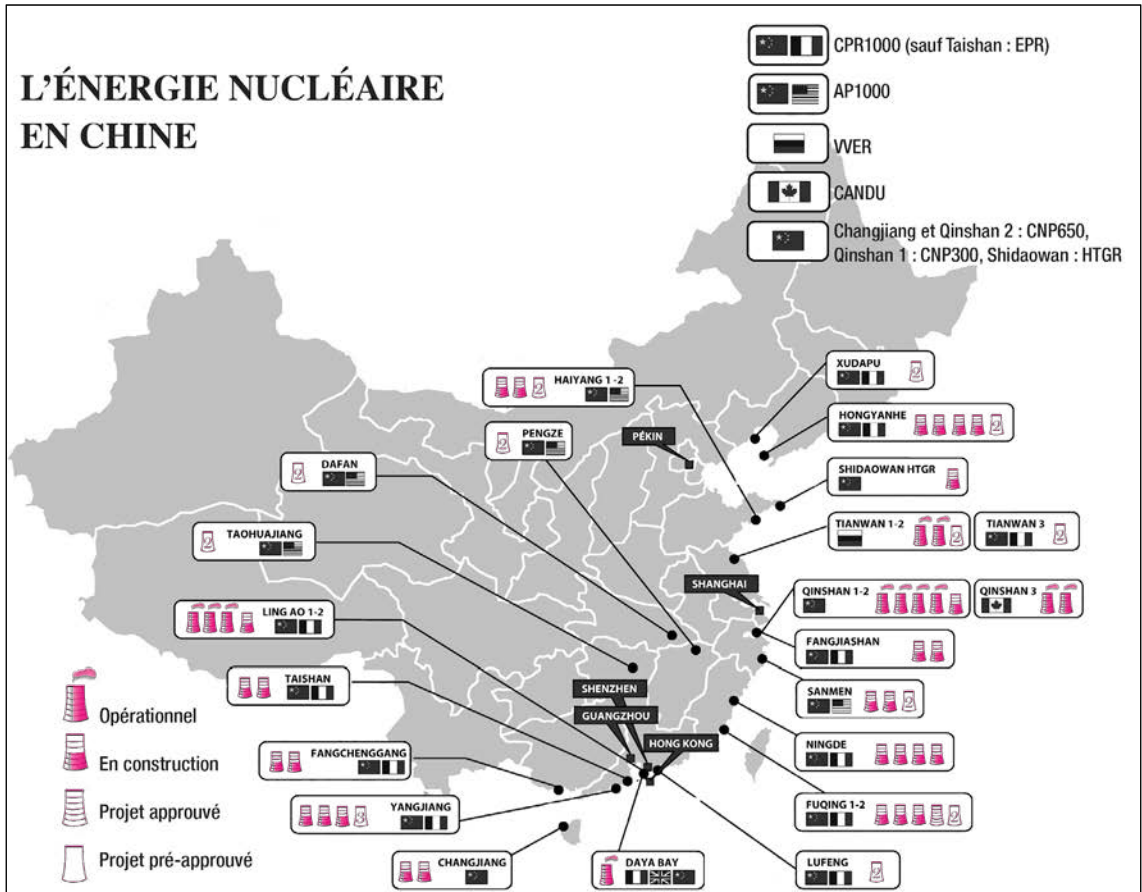
La croissance économique à deux chiffres à partir de l'adhésion de la Chine à l'OMC en 2001, qui démultiplie le volume des besoins

en énergie (près de 15 % par an à certains moments), impose une révision de la politique électronucléaire chinoise. La nouvelle équipe dirigeante autour du tandem Hu Jintao-Wen Jiabao prend conscience de la dépendance énergétique de la Chine, accentuée par la flambée des prix du pétrole. Face à la menace d'un goulot d'étranglement énergétique du pays, le nouveau gouvernement chinois adopte une attitude plus favorable à l'égard du nucléaire. Au printemps 2004, il annonce qu'il souhaite porter la part du nucléaire à plus de 4 % du bilan électrique national d'ici à 2020. Modeste en pourcentage au regard de la taille et de la consommation électrique du pays, ce chiffre signifie que, à l'horizon 2020, l'électronucléaire représentera en Chine de 30 000 à 50 000 MW<sup>22</sup>, d'une importance presque analogue aux 62 400 MW du parc français en 2003. La Chine devient tout à coup le marché nucléaire le plus prometteur de la planète. Si l'objectif des 4 % est confirmé, au cours des vingt prochaines années, 8 centrales nucléaires sur 10 construites dans le monde le seront dans le pays du Milieu (Fig. 6).

Courant 2003, la formule « La Chine va continuer à développer l'électronucléaire de façon appropriée » devient « La Chine va développer l'électronucléaire de manière dynamique » et, en 2004, « de manière accélérée ». Pékin fait alors le choix comme tête de série majoritaire de son programme nucléaire le réacteur de 1 000 MW de génération G2+, dérivé des réacteurs de Daya Bay et Ling Ao I, avec des modifications significatives, notamment dans le contrôle-commande numérique. La duplication à Lingdong, situé à côté de Ling Ao I et qui prend le nom de Ling Ao Phase II ou Ling Ao II (Fig. 7), des deux tranches existantes (avec une puissance minimum de 1 000 MW, une amélioration significative du taux de localisation, de l'ordre de 50 % de la fabrication pour la première tranche et de 70 % pour la seconde) donne le coup d'envoi de la nouvelle génération chinoise. Plusieurs sociétés d'études et d'ingénierie sont associées, *China Nuclear Power Engineering Company*

22. Il s'agit des projections chinoises de l'époque, le gouvernement chinois évoquant actuellement 70 000 à 80 000 MW en exploitation en 2020.

# L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE EN CHINE



## L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE DANS LE MONDE

(août 2012)

	Opérationnel	En construction	Projet approuvé	Projet pré-approuvé
États-Unis	104	1	11	19
France	58	1	1	1
Japon	50	3	10	5
Russie	33	10	17	24
Corée du Sud	23	4	5	0
Inde	20	7	18	39
Canada	17	3	2	3
Grande-Bretagne	16	0	4	9
Ukraine	15	0	2	11
Chine	15	26	51	120
Allemagne	9	0	0	0
Belgique	7	0	0	0

Figure 6. Le nucléaire chinois

(source : world-nuclear.org, carte déjà publiée dans *Chine Plus* n° 24, oct.-nov. 2012)

(CNPEC), filiale de CGNPC et donneur d'ordre confiant au BINE les études des îlots nucléaire et conventionnel ainsi que des bâtiments auxiliaires (BOP).

Ling Ao II marque une nouvelle étape dans le processus de sinisation de la maîtrise nucléaire. CGNPC prend la place d'Areva (qui a

rassemblé en 2001 Framatome et la Cogema au sein d'un même groupe) pour l'îlot nucléaire et celle d'Alstom pour l'îlot conventionnel ; comme EDF en France, aidé par le BINE pour les études, il devient alors l'architecte ensemble dans la construction de la centrale. Le lotissement contractuel aura lieu désormais par



composants et non par îlots, Areva et Alstom ainsi que d'autres fournisseurs se cantonnant à la fourniture de la cuve et des équipements classiques.

À Ling Ao II, construit par CGNPC avec l'aide du BINE, la filière chinoise G2+, qu'elle soit appelée CPR-1000 par CGNPC ou CNP-1000 par CNNC, devient réalité. Les treize nouvelles tranches lancées en 2007 et 2008 par CGNPC – qui sort de sa province d'origine et se voit consacré lors d'une visite du président Hu Jintao « chef de file » du programme nucléaire chinois – et par CNCC déclinent toutes le modèle de Ling Ao II, réacteur de référence tête de série, réalisé à partir de décembre 2005. Mises en service en septembre 2010 et août 2011, les deux premières tranches donnent naissance à un programme de réacteurs chinois en série d'inspiration française, dans la technologie, mais aussi dans l'organisation industrielle, distincte du clé-en-main allemand ou anglo-saxon. À partir de Ling Ao II, CGNPC adopte pour l'essentiel le modèle EDF d'architecte ensemblier pour l'étude, la construction et l'exploitation de ses centrales, l'organisation intégrée de l'électricien français étant remplacée par des sociétés filiales, notamment CNPEC pour le projet et les achats. Assurant désormais une ingénierie complète, le BINE se transforme parallèlement en filiale de CNNC nommée CNPE, devenant *de facto* l'architecte ensemblier des centrales de ce dernier (Tableau 1).

## 10. Le rebond EPR, la 3<sup>e</sup> génération de réacteur : une industrie nucléaire chinoise arrivée à maturité

Au moment où s'impose en Chine une 2<sup>e</sup> génération de réacteurs d'origine française, les États-Unis, qui n'ont plus construit de centrale depuis 1986, reviennent dans le jeu avec leur nouvelle approche du réacteur de sécurité passif AP1000 de Westinghouse. En 2006, la Chine, qui souhaite équilibrer sa relation américaine et ne pas se couper de la technologie à l'origine du PWR alors qu'elle met en œuvre le processus de sinisation de la génération 2+, préfère l'AP1000 de Westinghouse à l'EPR français pour leurs quatre premiers réacteurs de 3<sup>e</sup> génération. Après leur construction, Westinghouse (passé entretemps pour sa partie nucléaire sous contrôle japonais) transmettra comme convenu sa technologie en toute liberté d'usage à l'ingénierie chinoise. L'AP1000 et sa version suivante totalement chinoise CAP1400 seront réalisés par un troisième acteur nouvellement associé, la *State Nuclear Power Technology Corporation* (SNPTC) – les autorités chinoises souhaitant ouvrir le duopole CNNC/CGNPC) qui va bientôt former un nouveau pôle avec l'électricien CPI (*China Power Investment Corporation*). Ils deviendront le fer de lance de l'industrie nucléaire chinoise, en Chine et à l'exportation.

**Figure 7. Les deux tranches PWR de 1 000 MW de Ling Ao II, à côté de Daya Bay, réalisées entre 2005 et 2011, tête de série de la filière chinoise de 2<sup>e</sup> génération + CPR-1000 (photo : CGN)**



**Tableau 1**

**Les réacteurs nucléaires chinois en fonctionnement**

Tranches	Province	Puissance unitaire	Type	Opérateur	Mise en service commerciale
Daya Bay 1&2	Guangdong	944 MWe	PWR (Français M310)	CGN	1994
Qinshan Phase I	Zhejiang	298 MWe	PWR (CNP-300)	CNNC	Avril 1994
Qinshan Phase II, 1&2	Zhejiang	610 MWe	PWR (CNP-600)	CNNC	2002, 2004
Qinshan Phase II, 3&4	Zhejiang	620 MWe	PWR (CNP-600)	CNNC	2010, 2012
Qinshan Phase III, 1&2	Zhejiang	678 MWe	PHWR (Candu 6)	CNNC	2002, 2003
Fangjiashan 1&2	Zhejiang	1 020 MWe	PWR (CPR-1000) (M310+)	CNNC	Déc. 2014 (févr. 2015)
Ling Ao Phase I, 1&2	Guangdong	938 MWe	PWR (Français M310)	CGN	2002, 2003
Ling Ao Phase II, 1&2	Guangdong	1 026 MWe	PWR (M310 - CPR-1000)	CGN	Sept. 2010, août 2011
Tianwan 1&2	Jiangsu	990 MWe	PWR (VVER-1000)	CNNC	2007, 2007
Ningde 1&2	Fujian	1 020 MWe	PWR (CPR-1000)	CGN & Datang	Avril 2013, mai 2014
Hongyanhe 1&2	Liaoning	1 024 MWe	PWR (CPR-1000)	CGN & CPI	Juin 2013, mai 2014
Yangjiang 1&2	Guangdong	1 021 MWe	PWR (CPR-1000)	CGN	Mars 2014 (mi-2015)
Fuqing 1	Fujian	1 020 MWe	PWR (CPR-1000) (M310+)	CNNC & Huadian	Nov. 2014
<b>Total : 24</b>		<b>21,136 MWe</b>			

Plus le réacteur expérimental chinois à neutrons rapides (China Experimental Fast Reactor, *CEFR*), connecté au réseau chinois et produisant 20 MW, inclus dans les chiffres de l'IAEA comme réacteur opérationnel.

Source : world-nuclear.org, mars 2015.

Sans jamais intervenir publiquement dans le débat, les responsables de CGNPC font valoir un argument de poids : la Chine ne saurait édifier sa 3<sup>e</sup> génération nucléaire sur une seule technologie, non éprouvée et qui plus est d'origine étrangère... Fin 2006, coup de théâtre : les autorités donnent leur feu vert à la construction de deux tranches EPR par CGNPC à Taishan, au sud de la rivière des Perles et de Macao (Fig. 8). Cette décision conforte la place d'Areva dans le paysage nucléaire chinois, expert en cuves, îlots nucléaires et cycle du combustible, détenteur incontournable de la technologie qu'il construit

depuis le début de la décennie à Olkiluoto III en Finlande. Elle donne aussi un nouvel élan à EDF, constructeur de l'EPR de Flamanville III à partir de 2005. Sortant de son rôle d'assistant-conseiller à Ling Ao I et II, EDF obtient en 2007-2008, grâce à une belle négociation, de prendre 30 % du capital de la future société exploitante, la *Taishan Nuclear Power Co* (TNPJVC). À Taishan, l'électricien français devient à la fois partenaire, copropriétaire et co-maître-d'ouvrage, les sociétés maître-d'œuvre de CGNPC assurant le design, les études, l'ingénierie, la construction et les politiques d'achat du projet.



**Figure 8. Début de la construction des deux tranches EPR de Taishan, au sud de Macao, avec un partenariat franco-chinois (CGN-EDF-Areva), qui seront achevées fin 2015-courant 2016**  
(photo : CGN)

## 11. Des liens resserrés entre EDF et les Chinois

Les liens entre l'électricien français et l'électricien chinois se resserrent encore avec la signature en novembre 2007 d'un accord de partenariat global (GPA) pour une véritable entente stratégique : programmes de R&D et travail en commun sur d'autres projets de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> générations, projets de sociétés communes en Chine et à l'international...

Fourniture des deux réacteurs par Areva, des deux ensembles turbine-alternateur Arabelle par Alstom, intervention de plusieurs PME nucléaires françaises... l'industrie française est fortement présente à Taishan. Ce qui ne saurait masquer l'essentiel : la conduite globale par la Chine d'un grand projet dont elle maîtrise l'ensemble des tenants et aboutissants, dans la construction, l'application de la technologie et le pilotage industriel, très fortement localisé.

G2 ou G2+ contre G3, AP1000 contre EPR, rivalité CGNPC/CNCC... ces épisodes ont quelque peu masqué le phénomène majeur que représente la constitution d'une filière nucléaire chinoise intégrée autour de quelques grands groupes et leurs sociétés d'étude et d'ingénierie. Ils s'adosent à une forte base industrielle constituée par trois grands fournisseurs d'équipements électriques : *Dongfang Electrical Corporation* (DEC), *Shanghai*

*Electric Corporation* (SEC) et *Harbin Power Equipment Group* (HPEG), complétés par deux fournisseurs de grosses pièces forgées, *China First Heavy Industry* (CFHI) et *China Erzhong Group* (CEZ). Une industrie chinoise nucléaire moderne et plurielle a émergé, une réalité dont tous les acteurs français doivent désormais tenir compte (Tableau 2).

## 12. Les nouvelles donnes de l'après-Fukushima

Intégré dans le grand plan de relance de 2008-2009, le nucléaire chinois, tout comme les énergies renouvelables, tire profit de la crise mondiale de 2008. La vitesse d'approbation des projets et des mises en construction donne à penser que l'objectif de 40 GW annoncé pour 2020 sera atteint dès 2015, d'où la succession d'annonces (non officielles) de réévaluation : 60 GW au lieu de 40 ; 75, 86, 100, 112 GW... C'est alors que survient, le 11 mars 2011, la catastrophe nucléaire de la centrale de Fukushima au Japon. La Chine et ses quinze réacteurs en exploitation affichent alors 12 GW de puissance installée, soit 1,9 % seulement du parc électrique chinois. Vingt-huit réacteurs (29,1 GW) sont en cours de construction, dont dix-huit CPR-1000, quatre AP1000 et deux EPR. Quatre mesures sont prises par les autorités chinoises qui ont procédé à une mise à plat générale de la filière, après la surchauffe du tournant des années 2010 : audit général de la sécurité des installations, programme d'actions pour éliminer tout risque potentiel, renforcement de la sécurité des sites en service, évaluation de tous les projets en cours, les chantiers non conformes étant menacés d'arrêt.

Manifeste depuis 2014, le « redémarrage » du programme nucléaire chinois mettra quelques années à se dessiner, sur la base du rapport de l'inspection de sûreté des installations nucléaires, du XII<sup>e</sup> Plan quinquennal de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, avant la future loi de sûreté nucléaire de 2016. Le 10 mars 2015, CGN (*China Guangdong Nuclear*, le nouveau nom de CGNPC) obtient l'autorisation de construire la phase II de la centrale nucléaire de Hongyanhe (Liaoning). Depuis

**Tableau 2**

**Les réacteurs nucléaires chinois en construction et planifiés**

<b>Centrale</b>	<b>Province</b>	<b>Puissance (MW)</b>	<b>Modèle</b>	<b>Opérateur</b>	<b>Début de la construction</b>	<b>Mise en service</b>
Hongyanhe tranches 3&4	Liaoning	2 x 1 119	CPR-1000	CGN, avec CPI	3-8/2009	2015
Ningde tranches 3&4	Fujian	2 x 1 089	CPR-1000	CGN, avec Datang	1-9/2010	Début 2015, 2016
Fuqing unit 2	Fujian	1087	CPR-1000 (M310+)	CNNC, avec Huadian	6/2009	8/2015
Yangjiang 3&4	Guangdong	2 x 1 086	CPR-1000+	CGN	11/2010-11/2012	2015-2017
Sanmen tranches 1&2	Zhejiang	2 x 1 250	AP1000	CNNC	3-12/2009	2016
Haiyang tranches 1&2	Shandong	2 x 1 250	AP1000	CPI	9/2009-6/2010	12/2015-3/2016
Taishan tranches 1&2	Guangdong	2 x 1 750	EPR	CGN	10/2009-4/2010	Fin 2016, 2017
Shandong Shidaowan	Shandong	210	HTR-PM	Huaneng	12/2012	2017
Fangchenggang tranches 1&2	Guangxi	2 x 1 080	CPR-1000	CGN	7/2010-2011	3/2015-2016
Changjiang tranches 1&2	Hainan	2 x 650	CNP-600	CNNC & Huaneng	4-11/2010	4-12/2015
Fuqing tranches 3&4	Fujian	2 x 1 080	CPR-1000 (M310+)	CNNC & Huadian	12/2010-11/2012	Fin 2015, 2017
Tianwan tranches 3&4	Jiangsu	2 x 1 060	VVER-1000 V-428M	CNNC	12/2012-9/2013	2/2016-3/2017
Yangjiang tranches 5&6	Guangdong	2 x 1 080	ACPR1000	CGN	9-12/2013	2018-2019
Shidaowan tranches 1&2	Shandong	2 x 1 400	CAP1400	SNPTC & Huaneng	2014-8/2015	4-10/2019
Fuqing tranches 5&6	Fujian	2 x 1 150	Hualong 1	CNNC & Huadian	2014-2015	2018
Hongyanhe tranches 5&6	Liaoning	2x1150	Hualong 1 or ACPR1000 or AP1000	CGN, avec CPI	2015-2016	11/2019-8/2020
Fangchenggang tranches 3&4	Guangxi	2x1150	Hualong 1	CGN	Fin 2015	
Ningde tranches 5&6	Fujian	2 x 1 080	ACPR1000 or Hualong 1	CGN & Datang	2015-2017	
Xudabao/Xudapu tranches 1&2	Liaoning	2 x 1 250	AP1000	CNNC, Datang	2015-2016	2019-2020
Sanmen tranches 3&4	Zhejiang	2x1250	AP1000	CNNC	2015-2016	



**Tableau 2 (suite)**
**Les réacteurs nucléaires chinois en construction et planifiés**

Centrale	Province	Puissance (MW)	Modèle	Opérateur	Début de la construction	Mise en service
Haiyang tranches 3&4	Shandong	2 x 1 250	AP1000	CPI	2015-2016	
Lufeng (Shanwei) tranches 1&2	Guangdong	2 x 1 250	AP1000	CGN	2015-2016	2019-2020
Fangchenggang tranches 5&6	Guangxi	2 x 1 080	AP1000	CGN	2015-2017	
Bailong tranches 1&2	Guangxi	2 x 1 250	AP1000	CPI	2015-2017	
Huizhou tranches 1&2	Guangdong	2 x 1 250	AP1000	CGN	2015-2018	
Putian, Zhangzhou tranches 1&2	Fujian	2 x 100	ACP100	CNNC & Guodian	2015	2017
Tianwan tranches 5&6	Jiangsu	2 x 1 080	CPR-1000	CNNC	2015-2017	
Taishan tranches 3&4	Guangdong	2 x 1 750	EPR	CGN	2015-2018	
Changjiang tranches 3&4	Hainan	2 x 650	CNP-600, ACP-600, CPR600 or ACPR1000	CNNC & Huaneng	2015-2018	
Zhangzhou tranches 1-4	Fujian	4 x 1 250	AP1000	Guodian & CNNC	?	
Sanming tranches 1&2	Fujian	2 x 880	BN-800	CNNC	?	2025
<b>25 réacteurs en construction :</b>	<b>27,374 MWe</b>					
<b>38 réacteurs planifiés :</b>	<b>40,820 MWe</b>					

Source : world-nuclear.org, mars 2015.

l'accident de Fukushima, c'est la première fois qu'un nouveau projet de centrale est autorisé... un rebond inéluctable. « *La Chine n'a pas d'autre choix que l'énergie nucléaire* », soulignaient deux chercheurs, Dan Luo et Wenjun Shi<sup>23</sup>. La dépendance de la croissance du pays à l'égard du charbon (coûteux en termes de transport et d'environnement et que la Chine

importe de plus en plus), du pétrole et du gaz, la pollution que le charbon engendre, la distribution géographique inégale de ressources telles que l'hydro-électricité, l'éolien et le solaire, éloignées des provinces côtières les plus gourmandes en énergie, la compétitivité et le caractère concentré de l'énergie nucléaire, malgré un coût d'installation élevé, la désignent comme une incontournable énergie de recours.

Début 2015, la Chine compte 22 réacteurs nucléaires en exploitation (20,1 GW) et 26 en construction (28,3 GW). D'autres sont en cours

23. "China has no choice but nuclear power. Energy security demands some hard thinking now and in the years ahead", *China Daily. European Weekly*, 13-19 juillet 2012.

d'étude qui multiplieront par 3 la capacité installée : 58 GW<sup>24</sup> en fonctionnement en 2020, 30 GW en construction, avec un objectif de 150 GW en 2030, et peut-être beaucoup plus en 2050. La Chine confirme ainsi son orientation grandissante vers le nucléaire, même s'il ne contribue qu'à 2 % des besoins du pays en électricité et mettra un certain temps à franchir la barre des 5 %. La Chine est aujourd'hui largement indépendante en matière de conception et de construction de centrales, tout comme pour le cycle du combustible : elle a choisi un cycle fermé avec le retraitement du combustible usé afin de réduire l'utilisation des ressources en uranium naturel et le volume de déchets de haute activité. Toujours pragmatique, le pays du Milieu ne s'interdit pas, comme il l'a fait dans le passé, de recourir ou d'emprunter des technologies occidentales, qu'elles soient américaines, françaises, russes ou canadiennes, pour apprendre d'elles, les adapter et les améliorer à l'usage, chez elle... et ailleurs. Fait nouveau depuis quelques années : la Chine se sent assez sûre, comme dans d'autres secteurs (les télécommunications notamment avec Huawei et ZTE), de devenir un acteur global en partant à la conquête d'autres marchés, seule ou avec d'autres partenaires, français notamment.

Dans cette stratégie globale, la technologie joue bien évidemment un rôle essentiel, quoique non exclusif. Construit en 52 mois en moyenne, le CPR-1000 domine le parc nucléaire chinois, même si le nombre de 57 unités annoncé fin 2010 a été fortement revu à la baisse après l'accident de Fukushima et les nouvelles exigences de sécurité qu'il a entraîné. Six réacteurs sont en fonctionnement et 16 en construction, mais sans nouveau projet à venir.

En novembre 2011, CGN a lancé une version fortement améliorée du CPR-1000 prenant en compte le retour d'expérience de Fukushima, l'Advanced CPR ou ACPR-1000, à la technologie entièrement chinoise, proche de la génération 3. À partir de 2011 également, la *National Energy Administration* (NEA) a fortement poussé CGN et CNNC à fusionner leurs deux principaux designs de réacteurs de 3<sup>e</sup> génération,

24. Chiffre confirmé par l'*Energy Development Strategy Action Plan, 2014-2020* publié en novembre 2014 par le Conseil d'État de Chine.

issus l'un et l'autre du français M310 à trois boucles. Ils ont formé l'Hualong 1000, nommé finalement Hualong 1, délivrant 1 150 MW et répondant aux exigences actuelles de sécurité. Similaires, avec un cœur commun, les versions de CGN et de CNNC ne seront pas absolument identiques, du fait de dispositifs de sécurité et de chaînes d'approvisionnement différentes.

À l'heure actuelle, l'AP1000 accumulant retards et difficultés techniques rédhitoires voit peu à peu s'envoler son ambition de devenir le fer de lance de la 3<sup>e</sup> génération nucléaire locale. L'autorisation de la construction de la phase II de Hongyanhe concerne deux ACPR-1000 réalisés par CGN, dont les innovations pourront être intégrées à Hualong 1, le futur standard emblématique chinois. La Chine s'oriente clairement vers une combinaison/succession CPR-1000, ACRR-1000 et Hualong 1, réalisés par CGN ou par CNNC, une lignée donc d'origine française ! En parallèle, sur la base de l'AP1000, SNPTC développe un CAP-1400 sinisé, avec de nouvelles pompes primaires (KSB) et un important programme de R&D. D'une telle évolution et d'un tel panorama découlent les partenariats de coopération actuels et à venir de l'industrie française, dans toutes ses composantes : travailler à tous les niveaux et sur tous les sites (y compris américano-japonais et russes) avec les acteurs de l'industrie nucléaire chinoise, en Chine... et hors de Chine. C'était par exemple le sens de l'accord signé en 2012 entre CGN, EDF et Areva pour la conception d'un réacteur chinois de 1 000 MW, l'ACE-1000, plus petit et moins cher que l'EPR et exportable sur le marché international.

### 13. Partenariat conforté entre EDF et CGN

Depuis deux ans, dans le sillage du 30<sup>e</sup> anniversaire en 2013 de la coopération nucléaire franco-chinoise initiée à Daya Bay, les accords de coopération entre EDF, Areva, CGN et CNNC se sont multipliés pour étudier les conditions de lancement de futurs réacteurs, améliorer la sûreté, la maintenance et la performance du parc de réacteurs chinois en activité et travailler à leur évolution, EDF soulignant, point-clé, qu'il s'agissait de « *préserver les plus hauts niveaux*

de sécurité et de maintenir l'adéquation existantes entre les procédures et standards français et chinois ». En bref, pérenniser un nucléaire chinois proche des normes françaises (plutôt qu'américaines ou autres...). En janvier 2015, EDF et CGN ont renouvelé et élargi l'accord de partenariat global signé en 2007. L'électricien français a créé, en octobre 2011, une structure basée à Shenzhen projetant les métiers nucléaires d'EDF en Chine : R&D, design, ingénierie, support à l'exploitation et aux nouveaux projets... afin d'accompagner au quotidien le programme nucléaire chinois en cours.

Dans le cadre de transferts de technologies progressifs, Areva a apporté les technologies de 10 des 15 réacteurs actuellement en opération en Chine et de la vingtaine des 26 réacteurs chinois en construction. Très conscient de la volonté chinoise de parvenir à l'autonomie technologique, Areva a choisi, dans le cadre d'une présence à long terme (représentant plus de 10 % de son chiffre d'affaires), de travailler étroitement avec des partenaires chinois dans le cadre de quatre JV créés à partir de 2005 : pompes primaires pour les réacteurs, ingénierie, tubes de combustible, instrumentation, contrôle-commande, transport et logistique nucléaire<sup>25</sup>. D'où la multiplication de contrats : fourniture de l'instrumentation du cœur des réacteurs, de contrôle-commande pour les réacteurs CPR-1000, usine de fabrication et de transformation d'alliages de zirconium (matériau nécessaire à la production d'assemblages de combustibles nucléaires), négociations à partir de 2010 et premiers documents d'accord en 2013-2014 avec CNNC pour la construction d'une usine de retraitement à grande échelle (domaine dans lequel la Chine est en retard), à Yibin, qui entrerait en service en 2029-2030.

Alstom est fortement présent dans la plupart des îlots classiques du parc nucléaire chinois, qu'il s'agisse des réacteurs issus de la filière née à Daya Bay et Qinshan ou construits dans le cadre de l'AP1000. Sa turbine Arabelle, adaptée à tous les types de réacteurs, est mondialement

reconnue pour son haut niveau d'efficacité et ses coûts réduits d'installation et de maintenance. Le groupe électrique français dispose de deux sites de fabrication et d'ingénierie à Pékin et Wuhan. Il a noué une coopération étroite avec des partenaires locaux en Chine (notamment, depuis 2010, avec *Dongfang Electric Corporation Ltd.*, son partenaire industriel depuis la construction de Daya Bay) pour la conception, la construction et la fourniture de groupes turbo-alternateurs à vapeur destinés aux centrales chinoises.

Enfin, n'oublions pas la centaine de PME rassemblées au sein du Partenariat France Chine Électricité (PFCE), une structure de portage industriel créée et animée par EDF en 1996<sup>26</sup> (Fig. 9). Plus de 3/4 de ses membres sont présents de façon permanente en Chine et près de la moitié y produisent, ce qui génère en France plus de 2 500 emplois<sup>27</sup>.



**Fig. 9. Réunion du Partenariat France Chine Électricité (PFCE) en 2010**  
(photo : PFCE)

Aiguillonnés par les succès de la Corée du Sud et freinés par le moratoire post-Fukushima, les acteurs nucléaires chinois sont impatients d'aborder le marché international, en Argentine et au Pakistan (CNNC), en Turquie (SNPTC), en Roumanie (CGN). À l'Ouest de l'Europe, CGN qui installait il y a peu sa succursale Europe à Paris est en cours d'entrée aux côtés d'EDF, d'Areva et peut-être de CNNC dans le tour de table des deux réacteurs EPR de 1 650 MW

25. Voir Rémy Autebert, « Areva, la carte du co-développement », in *Le temps de la Chine. La France au défi du plus grand marché du monde*, Félix Torres Éditeur / Chambre de commerce et d'industrie française en Chine, Pékin, 2013, p. 68.

26. Le PFCE avait été créé dans la perspective du lancement du programme GNP3 qui n'a pas eu lieu. Des vertus d'une longue patience....

27. Voir « PME françaises du Guangdong et d'ailleurs », *ibid.*, pp. 142-147.

## Les principales dates

- 1973 :** Début des contacts nucléaires franco-chinois avec la visite du président Georges Pompidou en Chine.
- 1978 :** Deng Xiaoping et Jean-François Deniau annoncent la commande à la France de deux centrales nucléaires chinoises.
- 1982 :** Protocole entre le CEA et le ministère chinois de l'Industrie nucléaire.
- 1983-1986 :** Accords de conception, maîtrise d'œuvre et fourniture des deux réacteurs de la centrale de Daya Bay (Guangdong) entre CGNPC et EDF, Framatome (aujourd'hui Areva) et GEC-Alsthom.
- 1991 :** Programme de transfert de technologie pour l'assemblage de combustible AFA 2G à la centrale CNNC de Yibin (Sichuan), renouvelé et élargi en 1998 avec CGNPC pour la nouvelle technologie du combustible AFA 3G.
- 1992 :** Coopération CNNC-Framatome pour les tranches de Qinshan Phase II, avec la technologie de Daya Bay comme référence.
- 1994 :** Inauguration de la centrale de Daya Bay.
- 1995 :** Accords d'assistance à maître-d'ouvrage, fourniture d'une partie des deux réacteurs de la centrale de Ling Ao Phase I (Guangdong) entre CGNPC et EDF, Framatome et Alsthom.
- 1996 :** Création du Partenariat France Chine Électricité (PFCE).
- 2000 :** Accord de partenariat et de coopération à long terme entre les parcs nucléaires d'EDF et de CGNPC.
- 2005 :** Accord d'assistance à la maîtrise d'ouvrage et à la fourniture des réacteurs de Ling Ao Phase II, tête de série de la 2<sup>e</sup> génération nucléaire + chinoise (G2+). Première JV d'Areva en Chine, Areva Dongfang (ADJV).
- 2006 :** Autorisation par le gouvernement chinois de la construction de deux tranches EPR à Taishan (Guangdong).
- 2007 :** Signature d'un partenariat global entre EDF et CGN, renouvelé et élargi en 2015.
- 2010 :** Accord de coopération entre EDF et CNNC dans le domaine de la conception, de l'ingénierie et de la R&D.
- 2011 :** Création de l'Institut franco-chinois de l'énergie nucléaire (IFCEN) de Zhuhai (Guangdong).
- 2012 :** Accord entre CGN, EDF et Areva pour la conception d'un réacteur chinois de 1 000 MW, ACE-1000.
- 2013 :** Trentième anniversaire de la coopération nucléaire franco-chinoise. Accord de coopération entre Alstom et Dongfang Electric pour la réalisation des turbines et des alternateurs pour les réacteurs de 3<sup>e</sup> génération AP1000.
- 2015-2016 :** Mise en service des EPR de Taishan dont le retour d'expérience bénéficiera aux futurs EPR britanniques d'Hinckley Point.

d'Hinckley Point (Somerset) construits et gérés par la filiale EDF Energy. Si le projet aboutit, ce sera une très belle carte de visite pour une industrie nucléaire chinoise désormais adulte. Une façon de tirer parti de l'avancement des deux EPR franco-chinois de Taishan qui, bénéficiant tant d'un savoir-faire chinois désormais éprouvé par des années de construction que du retour d'expérience des réacteurs de Flamanville et d'Olkiluoto, entreront en fonctionnement à

partir de la fin 2015. Bénéficiant de l'effet de série chinois (quatre autres tranches sont prévues à Taishan), le réacteur français de 3<sup>e</sup> génération pourra devenir plus compétitif.

En Chine, en France et ailleurs, directement ou par ricochet, le secteur nucléaire chinois est devenu un élément central du devenir de la filière nucléaire française, tous acteurs confondus. Décidément, hors de la Chine, point de salut. ■