

JALON NUCLÉAIRE EN CHINE





La centrale nucléaire de Tianwan est la plus importante coopération chino-russe jamais entreprise. En développement depuis 10 ans, elle aidera la Chine à réduire ses émissions de gaz à effet de serre et à produire de l'énergie meilleur marché. La sécurité est au cœur du projet.

TEXTE: PAN HAIXIA ET GONG FEI PHOTO: LIANG LIANG

POUR RÉPONDRE À L'EXPLOSION de la demande en électricité tout en minimisant la pollution, la Chine s'est lancée avec frénésie dans la construction de centrales nucléaires. En septembre 2008, elle avait 11 réacteurs nucléaires en exploitation commerciale, six en chantier et plusieurs autres en passe d'être construits.

Deux des derniers réacteurs appartiennent à Tianwan Nuclear Power Plant (NPP), dans la belle ville portuaire de Lianyungang, dans la province de Jiangsu, sur la côte Est. Lianyungang, aussi appelée « Couloir de frêt Est-Ouest » est l'une des 14 premières villes auxquelles le gouvernement a permis de s'ouvrir au commerce international en 1984, et elle s'est depuis transformée en un centre de transport, et parallèlement, en une destination touristique populaire.

Le site fournit principalement de l'électricité à la zone la plus développée du pays, le Jiangsu du Sud, près de Shanghai, devenu un haut lieu des investissements étrangers.

Lorsque les deux réacteurs de Tianwan ont commencé à être exploités commercialement, respectivement en juin 2006 et en août 2007, ils étaient le résultat du plus grand projet jamais entrepris entre la Chine et la Russie, avec des investissements initiaux de l'ordre de 3,2 milliards d'USD.

La Russie et la Chine conclurent leur premier accord de coopération en 1990. En 1997, ils signèrent un contrat portant sur Tianwan NPP. Aux termes de celui-ci, la partie russe est responsable des technologies, de la conception de l'îlot nucléaire et de l'îlot turbine, ainsi que de la livraison des équipements fixes. La partie chinoise est quant à elle chargée de la gestion du chantier, de la construction et des livraisons, ainsi que d'une partie de la conception et de l'essentiel de l'installation.

Les deux réacteurs de la centrale nucléaire de Tianwan font partie de l'important programme chinois d'investissements nucléaires, et sont le résultat du plus grand projet de coopération technologique et économique jamais entrepris entre la Russie et la Chine.

>>>

« Comparé aux centrales à charbon, le projet de Tianwan peut réduire le dioxyde de carbone de 16 millions de tonnes par an. »

SHI LING, directeur adjoint, section maintenance de JNPC



Yan Weifeng (à gauche) et Shi Ling, de la Jiangsu Nuclear Power Corporation, qui exploite la centrale nucléaire de Tianwan.

La construction a démarré en octobre 1999. Les deux réacteurs utilisés dans la première phase sont des réacteurs russes AES-91 à eau pressurisée. Ceux-ci sont basés sur un concept amélioré du réacteur russe standard, de type VVER-1000/392, pour être conforme aux normes internationalement prouvées en matière de sécurité nucléaire et de radiation, ainsi qu'aux normes et réglementations chinoises sur la sécurité nucléaire.

LES PRÉOCCUPATIONS SÉCURITAIRES ont longtemps hanté l'industrie nucléaire, et les accidents tragiques de Tchernobyl en Ukraine et de Three Mile Island aux États-Unis sont encore vivaces dans les mémoires. Cependant, le gouvernement chinois a souligné son engagement vis-à-vis de la sécurité.

« La sécurité est la question la plus importante pour les centrales nucléaires », déclare Shi Ling, directeur adjoint de la section maintenance de la Jiangsu Nuclear Power Corporation (JNPC), établie en 1997 pour exploiter le site de Tianwan. « Certains organismes internationaux travaillent comme inspecteurs veillant à la sécurité nucléaire. Tianwan NPP s'est jointe aux membres souhaitant leurs inspections. »

À la Tianwan NPP, certaines mesures élaborées ont été engagées pour mieux assurer la sécurité des opérations. Ses réacteurs sont dotés de couches protectrices, dont une gangue interne hermétiquement scellée empêchant les fuites radioactives dans l'environnement, ainsi qu'une enveloppe extérieure la protégeant de tout impact environnemental.

Cinquante-cinq faisceaux de câbles en acier aident à soutenir les couches protectrices précontraintes conçues pour résister aux tremblements de terre, aux inondations, aux tornades et aux orages. Les réacteurs sont également protégés des objets tombants.

« Ce qui rend la centrale de Tianwan unique à l'échelle mondiale est une trappe réacteur permettant de retenir et de refroidir le réacteur en cas de fusion », a récemment expliqué Wu Xiujiang, directeur général adjoint du JNPC, au China Business Weekly. « Tianwan est la première au monde à l'utiliser. » La trappe empêche le cœur du réacteur de faire fondre la dalle de béton recouvrant le réacteur et de provoquer une fuite de substances radioactives.

Le site de Tianwan se fie également aux équipements Alfa Laval. « Nous employons en tout 46 échangeurs thermiques à plaques et à joints, qui se déclinent sous 5 modèles différents », explique Yan Weifeng, ingénieur maintenance du JNPC.

Les échangeurs thermiques Alfa Laval ont été spécifiés dans la conception de la centrale nucléaire en 1998. « Nous avons présenté notre technologie d'échange de chaleur au Russian Design Institute à St Pétersbourg en 1994 », déclare Carl Zhang, responsable des ventes, énergie nucléaire, à Alfa Laval en Chine. « Quatre ans plus tard, Alfa Laval assistait l'Institut pour rédiger toutes les spécifications des échangeurs thermiques à plaques. »

« Leader mondial des échangeurs thermiques à plaques, Alfa Laval offre des techniques de production élaborées, des systèmes de services intégrés et des produits de grande qualité. La société a également développé de nombreuses technologies de services en termes de nettoyage et de maintenance des échangeurs thermiques à plaques, comme le nettoyage chimique en ligne et le filtre à rétrolavage automatique », affirme Shi Ling en expliquant le choix des équipements Alfa Laval.

LA CENTRALE DE TIANWAN s'est avérée à la fois efficace et fiable. Dotée d'une capacité de 1 060 megawatts par unité, de loin la plus importante de Chine, elle avait en août 2008



Carl Zhang, directeur des ventes, Alfa Laval Chine.

► Énergie nucléaire en Chine

La Chine investit dans l'énergie nucléaire

Les démarches pour développer l'énergie nucléaire en Chine ont commencé dans les années 1970. En septembre 2008, la Chine avait 11 réacteurs nucléaires en exploitation commerciale : cinq à Qinshan dans la province de Zhejiang, quatre à Daya Bay dans la province de Guangdong, et deux à Tianwan. Six sont également en chantier et bien d'autres prêts à être construits.

Les technologies proviennent de certains des plus grands exportateurs mondiaux d'énergie nucléaire : la France, le Canada, la Russie, avec un développement local fortement inspiré par la conception française.

Fin 2007, la capacité installée de production d'électricité chinoise a atteint le chiffre record de 712 GW : 145 GW étaient d'origine hydraulique, 554 GW provenaient de carburants fossiles, 9 GW de l'énergie nucléaire et 4 GW de

l'énergie éolienne. Environ trois quarts de l'énergie électrique du pays est consommée par l'industrie, à comparer avec l'Union Européenne, où ce chiffre est de 40%.

En 2007, l'énergie nucléaire en Chine avait fourni 62,86 milliards de kWh d'électricité, soit 2,3% du total, et 8,6 gigawatts électriques (GWe) sont maintenant installés.

Le gouvernement prévoit une multiplication par six de la capacité nucléaire, pour passer à au moins

50 GWe, ou même 60 GWe d'ici 2020, puis à 120-160 GWe en 2030.

Ces efforts montrent bien la détermination chinoise de développer une énergie plus récupérable pour pallier à la pénurie d'énergie créée par la rapide croissance de son économie. Le pays entend également améliorer la protection de l'environnement en diminuant sa dépendance par rapport aux centrales à charbon. n



La sécurité est une préoccupation clé de la centrale de Tianwan, et des mesures élaborées ont été prises pour une exploitation sûre.

►► www.alfalaval.com/here/power/tianwan

général plus de 19 milliards de kWh d'électricité, avec 18 milliards acheminés vers le réseau national.

Les deux réacteurs ont également battu un record national d'exploitation en continu durant le cycle de carburant nucléaire, et l'émission des « trois déchets » – eaux usées nucléaires, gaz et résidus – a aussi été maintenue au-dessous des normes nationales, précise Yan Weifeng.

Outre les installations, les cerveaux sont un aspect important pour assurer la sécurité de fonctionnement d'une centrale nucléaire. « Les 1 100 salariés de JNPC ont tous au moins un niveau de maîtrise », déclare Shi Ling. « Tous nos opérateurs sont envoyés en Russie pour une formation de 17 mois avant de commencer à travailler. En outre, ici à Tianwan, nous leur prodiguons régulièrement des formations. »

L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE est considérée par le gouvernement chinois comme le moyen de réduire les gaz à effet de serre et de produire de l'énergie moins chère. Le besoin en électricité du pays a connu une envolée ces dernières décennies, avec la rapide croissance économique. En été, par exemple, les climatiseurs dévorent l'électricité à un rythme que les réseaux nationaux ne peuvent pas gérer.

Le moyen le plus courant de satisfaire cette demande pour les gouvernements locaux et les entrepreneurs du pays a été d'installer des centrales à charbon, inefficaces et rejetant des gaz à effet de serre, de la suie et des toxines dans l'atmosphère.

Selon la World Nuclear Association, environ 80% de l'électricité chinoise provient de carburants fossiles (essentiellement le charbon), et la Chine est devenue le deuxième contributeur d'émissions de CO₂ liées à l'énergie, après les États-Unis.

Pour enrayer cette évolution, le gouvernement chinois a décidé d'investir dans des énergies plus propres et entrepris un important programme d'investissement nucléaire visant à multiplier par six la capacité nucléaire d'ici 2020.

Dans la province de Jiangsu, le projet Tianwan a déjà changé la structure énergétique générale, explique Jiang

Guoyuan, directeur général de JNPC. La province est en train de fermer plusieurs petites centrales à charbon très polluantes, et prévoit de continuer à développer les sources d'énergie propres, dont le nucléaire.

« Malgré des coûts de construction plus élevés, soit en général 30 à 50% de plus que pour les centrales à charbon pour la même capacité installée, les centrales nucléaires ont un cycle de vie plus long et des coûts de carburant plus faibles », déclare Shi Ling. « En comptant les frais de protection de l'environnement, les coûts d'une centrale nucléaire sont de 15 à 30% inférieurs à ceux des centrales à charbon. »

Les deux réacteurs de Tianwan utilisent environ 50 tonnes de carburant nucléaire par an. Les centrales à charbon avec la même capacité installée demanderaient 6 millions de tonnes de charbon. « Ceci correspond à une réduction énorme des émissions », explique Shi Ling.

« Nos statistiques montrent que comparé aux centrales à charbon, le projet de Tianwan peut réduire le dioxyde de carbone de 16 millions de tonnes par an », précise-t-il. Ceci correspond à près de la moitié des émissions annuelles de CO₂ à Hong Kong. « Il est également susceptible de diminuer les déchets résiduels de 400 000 tonnes par an, et de considérablement faire baisser les émissions de dioxyde de soufre et d'oxyde nitrogène », ajoute-t-il.

Un accord a déjà été conclu entre la Chine et la Russie pour travailler ensemble sur une deuxième phase du projet de Tianwan. L'annonce en a été faite dans une déclaration

► Fiche

La centrale nucléaire de Tianwan

- Détenu par la China National Nuclear Corporation (50%), la China Power Investment Corporation (30%) et le Jiangsu Guoxin Group (20%)
- Exploitée par la Jiangsu Nuclear Power Corporation
- Située à Tianwan, dans la ville de Lianyungang, province de Jiangsu, Chine
- Emploie 1 100 salariés
- Est le troisième complexe nucléaire du pays, après celui de Qinshan dans la province de Zhejiang, aussi sur la côte Est, et celui de Daya Bay complex dans la province de Guangdong au Sud du pays
- Possède une capacité de 2 x 1 060 MWe et est conçue pour une durée de vie de 40 ans.
- A produit (en date du 16 août 2008) 19,4 milliards de kWh d'électricité, dont 18 milliards de kWh acheminés vers le réseau national

>>>



Au 16 août 2008, la centrale de Tianwan avait fourni 18 milliards de kWh d'électricité au réseau national.

>>> commune signée par le premier ministre chinois, Wen Jiabao, et son homologue russe d'alors, Viktor Zubkov, à Moscou en novembre 2007, expliquant qu'une coopération accrue dans le domaine de l'énergie nucléaire était une priorité pour les relations entre les deux pays.

Selon le rapport de faisabilité, la deuxième phase comprendra deux unités supplémentaires de production nucléaire d'une gigawatt chacune. Le site de construction est préparé pour en accueillir encore quatre, c'est-à-dire que la centrale de Tianwan pourra contenir en tout huit unités de production d'une GW chacune, avec au total une capacité installée de 10 GW. Elle générera 60 à 70 milliards de kWh d'électricité par an, soit plus de trois fois la capacité des éoliennes aux États-Unis, leader mondial de l'énergie éolienne.

La production de la deuxième phase sera d'une valeur bien supérieure à 25 milliards de yuan chinois (3,6 milliards d'USD).

La Chine est également en train de développer des technologies nucléaires de la troisième génération, à travers des accords avec Westinghouse, basée aux États-Unis, et la compagnie française Areva, pour utiliser leurs dernières technologies dans la construction de six nouveaux réacteurs nucléaires.

Selon Shi Ling, le plus important problème qui se pose pour la centrale de Tianwan et l'industrie nucléaire chinoise est la forte dépendance des technologies étrangères. « Cela rend pressant le besoin de cultiver et de former davantage de talents professionnels pour la Chine, qui souhaite des centrales nucléaires davantage conçues, construites et gérées au moyen de ressources nationales », conclut-il. n

► La solution Alfa Laval

Une solution rentable

– Des échangeurs thermiques à plaques pour un transfert de chaleur efficace

La centrale nucléaire de Tianwan utilise 46 échangeurs thermiques Alfa Laval à plaques et à joints déclinés sous cinq différents modèles.

« Ils servent à éliminer la chaleur dans différents systèmes, comme les unités de refroidissement de la turbine et des réacteurs », explique Yan Weifeng, responsable maintenance de la Jiangsu Nuclear Power Corporation (JNPC).

Il ajoute que les échangeurs thermiques Alfa Laval sont compacts, et occupent bien moins d'espace que les échangeurs tubulaires conventionnels, outre leurs bonnes performances, leur facilité de maintenance et leur long cycle de vie. « Nous avons notamment opté pour les échangeurs thermiques Alfa Laval en raison de

leur rentabilité », précise le directeur adjoint de la section maintenance de JNPC, Shi Ling. « Leurs plaques en titane éliminent les risques de corrosion par l'eau de mer, et l'ondulation des plaques accentue la turbulence des fluides, ce qui donne un transfert de chaleur efficace. »

Pour réaliser le même taux de transfert de chaleur, les échangeurs tubulaires demandent une surface d'échange deux à trois fois supérieure à celle des échangeurs thermiques à plaques.

Shi note également que par rapport aux échangeurs tubulaires, les échangeurs à plaques nécessitent moins de média de refroidissement, ce qui fait économiser de l'eau et réduit le volume de la pompe à refroidissement.

« Les avantages des produits Alfa Laval sont non seulement leur grande qualité, mais également leur conception qui se prête au service. »

En outre, les échangeurs thermiques à plaques facilitent la maintenance et le remplacement des plaques.

« Les avantages des produits Alfa Laval sont non seulement leur grande qualité, mais également leur conception qui se prête au service », constate Yan Weifeng, selon lequel des produits similaires seront utilisés au cours de la deuxième phase du projet Tianwan. n



La centrale de Tianwan utilise 46 échangeurs thermiques à plaques Alfa Laval.