

Les réacteurs de 1000 MW de la troisième génération – Le réacteur ATMEA et ses concurrents

Gilbert BRUHL, Claude RINGOT

Les projets s'appuient pour la plupart sur des réacteurs de moyenne puissance, 1000 MW, qui sont particulièrement adaptés au marché des pays émergents. Ces réacteurs se situent sur un segment très concurrentiel. Le réacteur ATMEA1 développé en 1997 par ARÉVA/ATMEA en partenariat avec la firme japonaise MITSUBISHI, réacteur de type PWR, de troisième génération fait partie de ces réacteurs ; ses caractéristiques, réacteur très performant et présentant un niveau de sûreté élevé (aussi sûr que l'EPR) devrait en faire un des acteurs principaux de ce marché.

Les négociations en cours concernant le rachat par EDF d'ARÉVA-NP, avec la participation d'acteurs chinois (CNNC) et japonais (MITSUBISHI) laissent planer une certaine incertitude sur le devenir de l'ATMEA1. Le Japon est quant à lui décidé à la poursuite de son développement.

1. ATMEA 1

L'analyse du marché mondial a conduit ARÉVA à évoquer dès 2007 la nécessité de nouveaux réacteurs, en particulier de réacteurs moins puissants que l'EPR, moins complexes et, par conséquent, moins chers et mieux adaptés à la demande potentielle internationale. Ces réacteurs se situent dans la lignée des réacteurs actuellement en fonctionnement dans le monde, de la filière à uranium enrichi et eau sous pression, les REP (ou PWR en anglais), tous issus des réacteurs WESTINGHOUSE des années 1970 de puissance électrique de 900 MW, auxquels sont apportés des compléments de sûreté nucléaire active ou passive leur permettant de revendiquer l'appartenance à la famille des réacteurs appelée GEN III+ (cf. Annexe 1).

Dès 2007, ARÉVA développe en collaboration avec la firme japonaise Mitsubishi (qui a conçu et construit les 24 réacteurs à eau pressurisée du Japon) pour lancer le concept d'un réacteur PWR de 1000 MW baptisé ATMEA1. La particularité de ce réacteur est d'intégrer les technologies éprouvées d'ARÉVA et Mitsubishi. ARÉVA et Mitsubishi possèdent chacun 50 % de la priorité industrielle du design ATMEA1, celle-ci étant logée dans la JV ATMEA.

1.1. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DU RÉACTEUR ATMEA 1

1.1.1. Performances générales

Il s'agit d'un réacteur à eau pressurisée à 3 boucles, dont la puissance électrique nette serait comprise entre 1000 et 1150 MW¹. Le réacteur est conçu avec un cœur à faible densité de puissance capable d'opérer en cycles de 12 à 24 mois.

Le combustible principal est de l'oxyde d'uranium enrichi (entre 3 et 5 %), mais le cœur pourrait être chargé jusqu'en totalité en combustible MOX. Il est conçu pour faire du suivi de charge (fonctionnement à puissance variable) sur une plage de 30 % à 100 % de la puissance nominale. Le taux de disponibilité théorique serait de plus de 92 % sur la durée de vie du réacteur, conçu pour 60 ans. Ce taux de disponibilité est atteint par des systèmes de sûreté redondants permettant une maintenance en fonctionnement et une durée d'arrêt de tranche pour rechargement évaluée à 16 jours. Le réacteur est conçu avec les dernières technologies (générateurs de vapeur à économiseur, turbines...) et atteindrait ainsi un rendement électrique de 37 %.

1.1.2. Sûreté du réacteur

Le réacteur ATMEA1 est doté de systèmes de **sûreté passifs et actifs** permettant de répondre aux standards de sûreté les plus récents. Par ailleurs, les dispositions additionnelles suivantes sont prises vis-à-vis des principaux risques :

¹ Source ATMEA.

- **Fusion du cœur**

ATMEA1 est doté d'un récupérateur de corium (comme sur l'EPR) permettant de récupérer la masse en fusion du cœur en cas d'accident grave avec fusion du cœur et traversée de la cuve du réacteur, afin d'éviter le percement du radier.

- **Risque de chute d'avion**

Le réacteur ATMEA1 est conçu pour résister au crash d'un avion commercial de grande taille.

- **Risque de séisme**

La conception de base du réacteur ATMEA1 prend en compte une accélération du sol de 0,3 g. Des variantes sont prévues pour être adaptées à des zones sismiques de plus fortes intensités.

- **Gestion des accidents graves**

Le réacteur ATMEA1 offre une intégrité à long terme de l'enceinte du réacteur grâce à un compartiment spécial isolant le cœur en fusion.

- **Risque d'inondation et de tsunami**

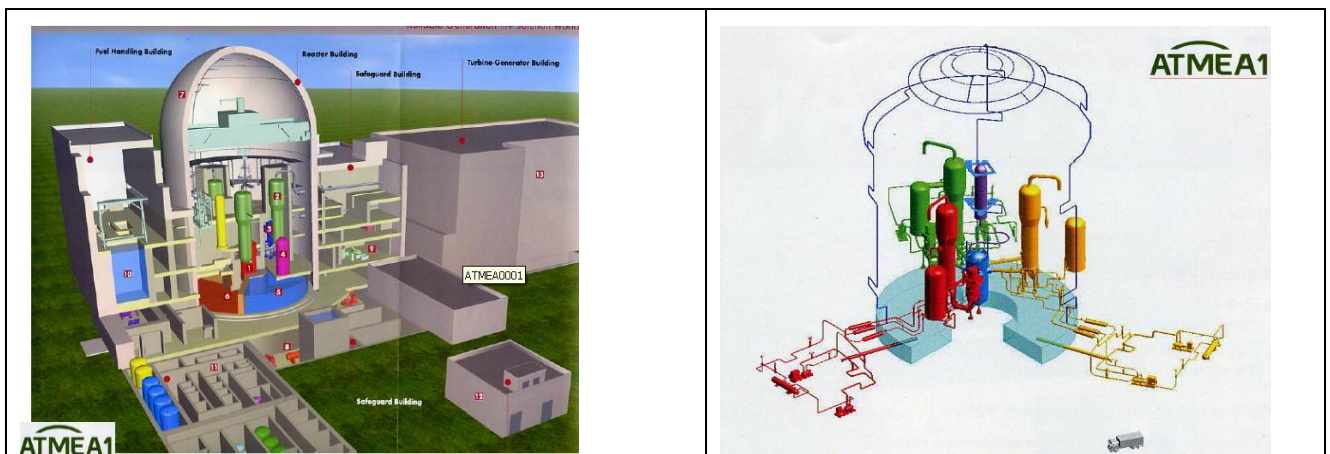
A cet égard le réacteur ATMEA1 prend en compte les leçons tirées de l'accident de FUKUSHIMA.

- **Redondance et sauvegarde**

Le réacteur ATMEA1 possède trois trains de sûreté indépendants, chacun étant capable d'assurer 100 % des besoins de l'îlot nucléaire. Ces dispositifs sont suppléés par un système de sauvegarde. Un quatrième train de secours disponible pour les fonctions support (refroidissement et alimentations électriques)

- **Autres dispositions de sûreté**

Le réacteur ATMEA1 est doté de recombineurs passifs d'hydrogène et un système d'aspersion de l'enceinte du bâtiment réacteur, qui permettent de limiter le relâchement d'hydrogène et la pression dans l'enceinte en cas d'accident.



1.2. AGRÉMENT PAR LES AUTORITÉS DE SÛRETÉ

Le 31 janvier 2001, l'Autorité de Sûreté Française (ASN) a émis un avis positif sur les options de sûreté du projet de réacteur ATMEA. Dans un contexte français, cet avis serait une étape préalable à la procédure d'autorisation de création d'un tel réacteur. Dans son avis, l'ASN rappelle qu'en France, la demande d'autorisation de création est portée par l'exploitant et non par le concepteur du réacteur. Cette phrase de conclusion est importante : en l'absence d'une demande d'autorisation pour la construction d'un réacteur ATMEA1 en France, l'ASN n'ira pas au-delà de cet avis sur les options de sûreté. L'appréciation positive exprimée par cet avis n'est pas étonnant dans la mesure où ATMEA1 est dérivé du réacteur EPR.

En juin 2013, à l'issue d'une revue de concept, l'Autorité de Sûreté Canadienne (CNSC) a conclu que le projet ATMEA1 répondait aux exigences de sûreté canadiennes. Par ailleurs, la conception du projet ATMEA1 répond aux normes de sûreté de l'AIEA².

1.3. LA SITUATION INDUSTRIELLE

² IAEA Standard « Safety of Nuclear Power Plants : Design » -SSG-2/1, Feb 2012.

La seule commande actuelle est l'accord intergouvernemental signé par le Japon avec la Turquie en 2013 pour la construction de 4 réacteurs sur le site de Sinop.

ATMEA1 a subi un revers en Jordanie suite à la perte en octobre 2013 d'un appel d'offres pour la construction de deux réacteurs au profit de réacteurs VVER 1000 construits par Atomstroyexport, filiale de ROSATOM (Russie). En choisissant les Russes, les Jordaniens ont sélectionné un investisseur/opérateur plus qu'une technologie. En effet, l'offre ATMEA1 était au moins aussi attractive que celle des Russes mais ne bénéficiait ni d'un support financier d'Etat ni du support technique d'un opérateur nucléaire expérimenté. A noter que depuis 2013, le projet n'a presque pas progressé.

Paradoxalement le handicap essentiel de l'ATMEA1 est sa filiation avec l'EPR qui subit des retards considérables en Finlande et en France. Cependant il bénéficie dès le design de l'expérience de construction de MHI dont le dernier réacteur a été mis en service au Japon en décembre 2009 sans retard ni surcoût. A noter qu'en France, un projet d'implantation de réacteurs ATMEA1 dans la vallée du Rhône a vu le jour vers les années 1998/99. Ce projet fût soutenu par ENGIE (ex GDF-SUEZ) mais combattu par EDF, 1000 MW lui paraissant à l'époque une puissance insuffisante. Le projet fut abandonné en 2010.

2. LES RÉACTEURS CONCURRENTS

Ces réacteurs de puissance moyenne (1000 – 1200 MW) intéressent beaucoup de pays dans le monde et sont un segment très concurrentiel. De nouveaux acteurs sont intervenus sur les marchés. La Russie, la Chine, la Corée, s'appuyant sur des programmes nationaux importants ont développé des industries nucléaires compétentes, compétitives, et attractives grâce à une approche commerciale souple et adaptée.

De nouveaux clients sont apparus, particulièrement des pays en voie de développement. Alors que pendant ces deux dernières décennies les réalisations nucléaires étaient concentrées dans les pays membres de l'OCDE, la plupart des nouvelles réalisations sont concentrées dans les BRICS (Brésil, Russie, Inde, Chine et Afrique du Sud), les MINT (Mexique, Indonésie, Nigeria, Turquie) et les pays du proche et du moyen Orient. C'est ainsi que l'ATMEA a en face de lui l'AP 1000 de TOSHIBA WESTINGHOUSE, le VVER AES-2006³ russe de ROSATOM, l'ACC 1000 chinois de CNCC et CGN. Ces concurrents sont de plus en plus nombreux et certains d'entre eux possèdent une longueur d'avance.

2.1. LES MODÈLES ACTUALISÉS VVER RUSSES DE ROSATOM

Les Russes sont un concurrent d'importance capitale, ces derniers ambitionnant de devenir n°1 du nucléaire dans le monde. Ils répondent systématiquement à tous les appels d'offres en amenant le financement et l'expérience d'opérateur. Ces contrats sont généralement des parties d'accords intergouvernementaux plus globaux. Le marché interne russe et à l'export se répartit actuellement comme suit (une vingtaine de réacteurs impliqués) :

Pays/Site	Réacteurs en exploitation	Réacteurs en construction	Réacteurs en projet	Commentaire
Russie / Leningrad		2 AES-2006	2 AES-2006	
Russie / mer Baltique		1 AES-2006	1 AES-2006	
Bélarussie / Ostrovets		2 AES-2006		
Chine / Taiwan	2 VVER-1000	2 EAS-2006		
Rép. Tchèque / Temelin		2 MIR-1200		
Inde / Kudankulam	2 VVER-1000	2 AES-2006		
Bengladesh / Ruppur			2 AES-1006	
Iran / Buser			2 AES-1006	
Turquie / Akkuyu			4 AES-2006	
Jordanie / Amra		2 AES-2006		AREVA en concurrence a perdu l'appel d'offre
Vietnam / Nin Thuan			2 AES-2006	Début de construction reporté en 2020
Finlande			1 AES-2006	

³ AES-2006 est le nom générique du modèle VVR-1200 qui est lui-même une extension et une amélioration du modèle de base VVER-1000 largement répandu en Russie et dans le monde. Il existe plusieurs variantes de l'AES-2006, dénommées MIR-1200, AES-91.... qui répondent toutes aux exigences de sûreté actuelles et qui de ce fait sont classées dans la catégorie GEN III +.

À noter cependant que la plupart de ces projets avance très lentement. Les critères de conception de ces différents modèles de réacteurs VVER revisités reposent sur les exigences de sûreté d'aujourd'hui et ne sont guère éloignés de ceux du projet ATMEA1.

2.2. AP 1000 DE WESTINGHOUSE

L'AP 1000 (Advanced Passive 1000) de Westinghouse est actuellement le concurrent à l'exportation le plus sérieux qui possède l'avantage d'avoir plusieurs exemplaires en construction. La compagnie Westinghouse a été rachetée en 2006 par la firme japonaise Toshiba et s'est spécialisée dans le nucléaire. Elle intervient dans les domaines de la conception et la fabrication d'assemblages de combustibles nucléaires, des services spécialisés à l'industrie et l'ingénierie associée, de la conception et la réalisation de nouvelles centrales nucléaires.

2.2.1. Caractéristiques du réacteur AP 1000

Le **réacteur AP 1000** est un modèle de réacteur REP d'une puissance électrique de 1150 MW fonctionnant suivant les mêmes principes que ceux du parc nucléaire français en service actuellement.

Le design du réacteur vise à en réduire les coûts par l'utilisation de technologies éprouvées et une simplification et réduction du nombre de composants (tuyaux, vannes, etc.) et du volume des protections antisismiques (dans le premier projet), par rapport à son prédécesseur de conception Westinghouse. Il est beaucoup plus compact que ces derniers, ce qui permet de n'utiliser pour sa construction qu'un cinquième des ferrailages de renforcement et de béton des modèles antérieurs de REP.

2.2.2. Sûreté du réacteur

L'AP 1000 est conçu pour résister à une perte de refroidissement du cœur ou de la piscine de désactivation, que ce soit par défaut d'alimentation électrique ou par rupture de tuyauteries. Une cheminée draine vers l'atmosphère l'air chaud accumulé autour du confinement d'acier, et des événements périphériques permettent l'entrée d'air frais. Sur le toit du réacteur, une réserve annulaire d'eau permet un refroidissement d'urgence, avec écoulement gravitaire (système passif de refroidissement), l'ensemble pouvant selon le concepteur stabiliser le réacteur en 36 h et assurer son refroidissement durant 72 h, sans aucune intervention humaine et même en cas de défaillance des groupes électrogènes de secours.

Au-delà des 72 h, le refroidissement d'urgence sera maintenu si les réservoirs d'eau de l'enceinte de confinement sont à nouveau remplis. En cas de défaillance de ce système passif de refroidissement, l'opérateur dispose encore d'un ultime recours : il peut ouvrir une vanne qui va inonder la cuve par gravité, permettant d'éviter le percement de cette dernière. Un réservoir spécifique est réservé pour cette manœuvre.

Un système un peu similaire (réservoir d'eau associé à la piscine selon le principe des vases communicants) permet durant quelques dizaines d'heures supplémentaires de refroidir la piscine de désactivation destinée au stockage provisoire de combustible du cœur ou d'anciens combustibles usés.

Le 22 décembre 2011, la Commission de réglementation nucléaire des Etats-Unis, NRC (*Nuclear Regulatory Commission*) a indiqué avoir autorisé pour quinze ans la dernière version du réacteur AP 1000, sous licence du fabricant américain Westinghouse, estimant qu'elle remplissait ses exigences en matière de sécurité.

2.2.3. Situation industrielle

• *Etats-Unis*

Le 10 février 2012, la NRC a autorisé la construction de deux AP 1000 (Vogtle Electric Generating Plant (VEGP), réacteurs N°3 et 4), c'est la première depuis près de 30 ans aux États-Unis. Le 30 mars 2012, la NRC a autorisé la construction de deux autres AP 1000 (centrale nucléaire de Virgil Summer), réacteurs N°2 et 3). En tout, quatre réacteurs AP 1000, de 1117 MW de puissance électrique nette, sont en cours de construction aux Etats-Unis.

• *Chine*

Quatre exemplaires de l'AP 1000, de puissance électrique nette de 1000 MW, sont déjà en construction en Chine depuis 2009 (centrales de Haïyang et Sanmen). Sur les deux sites d'importants surcoûts et des retards sont néanmoins constatés. Ces projets ont des conséquences sur les résultats de Toshiba la maison-mère de Westinghouse. En 2013, la Chine fait de ce modèle le principal d'une nouvelle série de construction de « 3^{ème} génération » avec 6 unités prévues contre seulement 2 sur le modèle local ACP 1000 (voir ci-dessous en 2.3).

2.3. LES RÉACTEURS CHINOIS

La Chine a commencé la construction de son premier réacteur pour la production d'électricité en 1985. Le développement a été rapide : fin 2013, la Chine avait 21 réacteurs en fonctionnement (17 GW) produisant 105 TWh, soit 2,1 % de sa production totale d'électricité. En 2014, 28 réacteurs étaient en construction. 49 réacteurs devraient être en fonctionnement en 2020. La Chine connaît un développement « tous azimuts » des différentes filières de réacteurs nucléaires⁴. Nous nous intéressons ici aux principaux types de réacteurs de la filière à uranium enrichi et eau sous pression (REP ou PWR) concurrents de l'ATMEA, et de leurs prédécesseurs.

2.3.1. Génération II : CPR-1000

Le CPR-1000 (REP chinois amélioré) est un réacteur à eau pressurisée de génération II+, basé sur la conception du réacteur français REP de 900 MWe de Framatome (AREVA) à trois boucles de refroidissement importé dans les années 1990, amélioré pour atteindre une puissance électrique nette de 1000 MWe (1080 MWe de puissance brute) et une durée de vie de 60 ans.

Les quatre réacteurs à eau pressurisée en fonctionnement à la centrale nucléaire de Daya Bay, et à la centrale nucléaire de Ling Ao sont parfois dénommés CPR-1000, mais ils sont plus proches de la conception du REP de 900 MW français, avec une puissance nette inférieure à 1000 MW et constitué essentiellement de composants importés. Ces quatre réacteurs ont été fournis par Framatome (AREVA). Le CPR-1000 est construit et exploité par l'entreprise « *China General Nuclear Power Corporation* », **CGN**, dénomination depuis 2013 de l'entreprise « *China Guangdong⁵ Nuclear Power Company* », **CGNPC⁶**, fondée en 1994. Pour la seconde tranche, 70 % des équipements sont fabriqués en Chine, avec un objectif de 90 % à terme. Le CPR-1000 est en développement rapide avec 15 tranches en construction en juin 2010. Le 15 juillet 2010, le premier CPR-1000 chinois, Ling Ao-3, est connecté au réseau, en ayant débuté les essais de divergence le 11 juin 2010.

Avec CNNC (*China National Nuclear Company*) et CGN, la troisième compagnie possédant la licence d'exploitation des centrales nucléaires en Chine est « *China Power Investment Corporation* », **CPIC**. On trouvera dans [l'article GAENA N°36 « La coopération franco-chinoise »](#) des informations complémentaires sur ces implantations de réacteurs CPR-1000.

2.3.2. Génération III importée

EPR d'ARÉVA et EDF

En décembre 2009, ARÉVA et CGN ont créé une coentreprise pour le développement de l'EPR en Chine : Wecan JV, 55 % CGN et 45 % ARÉVA. Deux réacteurs EPR sont en construction à Taishan, d'une puissance électrique nette unitaire de 1660 MW (début de construction respectivement en 2009 et 2010 ; des retards de l'ordre d'un à deux ans pour la date de démarrage sont actuellement signalés⁷).

En août 2008, EDF et CGN ont créé la coentreprise « *Guandong Taishan Nuclear Power Venture Company Limited* » (TNPC) pour une période de 50 ans (durée maximale pour une « joint-venture » en Chine) à 30 % EDF et 70 % CGN. TNPC est maître d'œuvre pour la construction de la centrale (Taishan 1 et 2), en est propriétaire et l'exploitera.

AP 1000 de Westinghouse

Quatre exemplaires de l'AP 1000, de puissance électrique nette de 1000 MW, sont déjà en construction en Chine depuis 2009 (centrales de Haïyang et Sanmen). Des retards de l'ordre de deux ans de la date de démarrage sont actuellement signalés (problèmes de sûreté), ainsi que l'augmentation des coûts⁸.

Un troisième acteur majeur dans le développement du nucléaire en Chine est **SNPTC⁹** « *State Nuclear Power Technology Corporation* », créé en 2007. Westinghouse a consenti à transférer à SNPTC la technologie des quatre premiers AP 1000 construits en Chine, ce qui lui permettra de construire les suivants de façon indépendante.

⁴ Réacteurs à eau ordinaire sous pression en grande majorité, mais aussi réacteurs à eau lourde (filière canadienne CANDU), réacteurs à haute température à neutrons rapides, etc. On peut trouver une présentation, complète sur le site de « World Nuclear Association », ainsi qu'un « focus » sur la Chine dans « World Nuclear Industry Status Report » – 2014 » de M. Schneider et A. Froggatt.

⁵ Guangdong est une province chinoise.

⁶ Les acronymes CGNPC et CGN sont utilisées couramment l'un et l'autre pour désigner la même entreprise, ce qui peut porter à confusion.

⁷ World Nuclear Industry Status Report-2014.

⁸ World Nuclear Industry Status Report-2014.

⁹ SNPTC a été créé en 2007 dans l'objectif de la coopération avec Westinghouse. Cependant il ne dispose pas de la licence de construction, et d'exploitation de centrales nucléaires.

2.3.3. Génération III chinoise

ACPR-1000 de CGN

ACPR-1000, pour « *Advanced CPR-1000* », est un modèle développé par **CGN** avec des partenaires chinois depuis 2009 : c'est un REP à trois boucles, avec double enceinte de confinement et récupérateur de corium. Ce modèle est dégagé de toute dépendance étrangère.

Remarque : d'après World Nuclear Association, CGN, ARÉVA et EDF se sont accordés pour développer un réacteur de Génération III, l'ACE-1000 (ARÉVA-CGN-EDF1000), sans participation de MHI (partenaire d'ARÉVA pour ATMEA). Le concept de l'ACE-1000 serait « évolutionnaire » (une seule enceinte de confinement, renforcé). Ce projet n'a apparemment pas connu de suite.

ACP-1000 de CNNC

La conception du type de réacteur avancé développé en Chine, l'ACP-1000 (Advanced Chinese Passive Reactor) de **CNNC**, a passé avec succès l'examen générique de la sûreté des réacteurs de l'AIEA. L'Agence est ainsi arrivée à la conclusion que l'ACP-1000 était sûr et fiable. L'ACP-1000 est le premier type de réacteur développé en Chine ayant été soumis à un examen international.

ACC-1000 également appelé Hualong-1

Initialement, CNNC souhaitait utiliser son propre type avancé ACP-1000 pour les tranches en projet Fuqing 5 et 6. Mais d'après des informations des *World Nuclear News*, en 2012, les autorités nationales ont demandé à CNNC et CGN, de rapprocher leurs programmes de développement nucléaire. L'**ACP-1000** de CNNC et l'**ACPR-1000** de CGN ont ainsi été regroupés pour devenir le type Hualong-1 (également appelé Hualong-1000 ou **ACC-1000**).

Les réacteurs Hualong-1 seront utilisés pour la première fois dans le cadre des nouvelles constructions Fuqing 5 et 6. Les réacteurs ACC-1000 possèdent des cycles de combustible compris entre 18 et 24 mois ainsi qu'une disponibilité élevée. Le réacteur contiendra probablement 177 assemblages combustibles et sera entouré de deux enceintes de confinement. Il sera en outre équipé de systèmes de sécurité actifs et passifs. Sa durée de vie escomptée est de 60 ans.

Le 15 avril 2015, le gouvernement chinois donne l'autorisation pour la construction de 2 réacteurs de démonstration ACC-1000 sur le site de Puyong. La Chine a déjà commencé à promouvoir le Hualong-1 à l'export : Pakistan, Argentine, et Kenya (KNEB – *Kenya Nuclear Energy Board*) qui vient de signer un accord avec CGN ayant pour objectif la construction de sa première centrale nucléaire de 1000 MW sur le modèle de Hualong-1.

Comme pour les Russes, l'attractivité majeure de l'offre chinoise réside dans sa capacité à offrir des financements complets. Un de ses points faibles provisoires est l'absence de reconnaissance de sa technologie hors de Chine (en particulier du point de vue sûreté). A ce propos, il faut noter que dans le cadre de l'accord passé entre CGN, CNNC et EDF pour la construction de 4 EPR au Royaume Uni, EDF s'est engagé à aider les Chinois à obtenir la certification du Hualong 1 au Royaume Uni afin que les Chinois puissent y construire ultérieurement ce réacteur.

Tous les yeux sont actuellement tournés vers la Chine qui ambitionne de prendre le leadership mondial des réacteurs nucléaires comme l'ont été les USA dans les années 70. En 2014, 21 réacteurs étaient en fonctionnement en Chine et 29 en cours de construction – 14 PWR de la deuxième génération, 12 réacteurs de la troisième génération (4 EPR de 1400 MW, 8 réacteurs de 1000 MW dont 2 ACPR chinois, la première unité de Hualong 1, 2 VVER russes et 4 AP 1000 américains).

2.3.4. CAP-1400 : le réacteur chinois de 3^{ème} génération avancée

En 2008 et 2009, Westinghouse a conclu des accords pour travailler avec la société d'État « *State Nuclear Power Technology Corporation* » (**SNPTC**) et d'autres instituts pour concevoir une version plus puissante que l'AP 1000, de 1400 MW de puissance électrique nette, le réacteur **CAP-1400**, suivie éventuellement d'un modèle de puissance électrique 1700 MW. La Chine possédera les droits de propriété intellectuelle pour ces designs plus grands, qui pourraient aussi être exportés ailleurs avec la coopération de Westinghouse.

L'administration nationale pour la sûreté nucléaire (NNSA) a validé le rapport de sûreté provisoire pour la conception du réacteur CAP-1400. Ce réacteur fait partie des seize projets stratégiques inclus dans le plan de développement scientifique et technologique national. Les travaux préparatoires sur le site de construction de deux tranches de démonstration du CAP-1400, dans la province chinoise de Shandong, sont déjà en cours. Cependant, la construction du premier réacteur CAP-1400 est repoussée au plus tôt à 2015 ou 2016. Pour l'export, SNPTC serait associé à CNNC.

2.4. LES RÉACTEURS CORÉENS

Si la Corée du Sud dépendait à l'origine d'entreprises nord-américaines (notamment Westinghouse), les Coréens ont quasiment achevé l'appropriation de toutes les technologies nécessaires à la construction d'une centrale nucléaire. Deux entreprises interviennent principalement dans la filière :

- **Kepeco** (Korea Electric Power Company) est le distributeur d'électricité coréen. Deux de ses filiales assurent la fabrication des combustibles (Kepeco Nuclear Fuel) et l'exploitation des centrales (Korea Hydro Nuclear Power) ; Kepeco propose deux types standards de réacteur : d'une part l'OPR-1000 (Optimised Power Reactor), d'une puissance de 1000 MW, d'autre part l'APR-1400 (Advanced Power Reactor), d'une puissance de 1350 MW, **qui est positionné comme un concurrent de l'EPR**. Quoique de puissance intermédiaire entre l'EPR et l'ATMEA, le réacteur APR-1400 de génération 3 d'une puissance 1400 MW développé par KEPCO fait partie des concurrents français. Quatre réacteurs de ce type sont en cours de construction en Corée, le premier étant prévu démarrer mi 2016 et trois sont en projet.
- **Doosan Heavy Industries**, qui fait partie de l'un des grands conglomérats coréens, construit les équipements lourds, aussi bien les turbines que les cuves de réacteurs ; ces activités sont généralement réparties entre plusieurs entreprises différentes dans les autres pays actifs dans l'industrie nucléaire.

Le contrat remporté en 2009 pour 4 APR-1400 auprès des Émirats Arabes Unis au détriment du consortium français (EPR) a propulsé la Corée parmi les pays exportateurs de centrales nucléaires. La Corée est ainsi devenue la cinquième puissance exportatrice au monde.

3. PERSPECTIVES

D'un point de vue commercial, la force du réacteur ATMEA1 réside dans le support technique et financier des 2 pays puissants et expérimentés en nucléaire que sont le Japon et la France. Ainsi, c'est en bénéficiant d'accords de financement japonais vers ces pays qu'ATMEA a actuellement un projet en cours en Turquie avec ENGIE et de bonnes perspectives au Vietnam (projet de 4 réacteurs). Les perspectives au Brésil existent mais restent cependant incertaines dans la situation économique et politique actuelle du pays.

La société ATMEA constitue un joint venture entre ARÉVA et MITSUBISHI, mais on est dans l'incertitude de ces projets du fait du rachat par EDF de l'activité réacteurs d'ARÉVA. Lors de sa visite au Japon le 5 octobre 2015, le premier ministre français a fourni toutes les assurances nécessaires à son homologue japonais sur le maintien du support de la France au réacteur ATMEA1 lors de son passage à Tokyo. En effet, le Japon est très attaché à la poursuite du développement et de la promotion du réacteur ATMEA1 non seulement pour ses projets court terme en Turquie et au Vietnam mais aussi dans une perspective plus long terme internationale et domestique. Mais le Japon a besoin de l'expertise française pour supporter le développement du réacteur ATMEA1.

4. RÉFÉRENCES

- [1] Le réacteur ATMEA1. Publication de l'UARGA. www.uarga.org
- [2] ATMEA et ses concurrents. Bernard LAPONCHE – 23 mars 2015. www.global-chance.org
- [3] Advanced Nuclear Power Reactors. Generation III + – Updated November 2015. World Nuclear Association. world-nuclear.org
- [4] ATMEA1 Reactor Technology. AIEA Technical Meeting on Technology Assessment for New Nuclear Power Programmes. Vienna, Austria. 1 – 3 September 2015.
- [5] The ATMEA1 Reactor: A mid-sized Generation III+ PWR. Interregional Workshop on Advanced Nuclear Power Reactor Technology for Near Term Development. July 5th, 2011, IAEA, Vienna.

Annexe 1

Typologie des réacteurs

