

**GROUPE PERMANENT D'EXPERTS
POUR LES EQUIPEMENTS SOUS PRESSION NUCLEAIRES**

Avis

**relatif à l'examen des options de conception des
équipements sous pression nucléaires du circuit primaire
et des circuits secondaires du réacteur ATMEA1**

14 septembre 2011

I

Conformément à la demande du président de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), par sa lettre CODEP-DEP-2011-039471 du 26 juillet 2011, le Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires s'est réuni le 14 septembre 2011 pour examiner les options de conception des équipements sous pression nucléaires du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux du réacteur ATMEA1, sur la base des éléments fournis à ce stade par la société ATMEA.

II

Le Groupe permanent a pris connaissance des conclusions de l'examen, par les services de l'ASN, des options de conception proposées par ATMEA. Il a entendu les conclusions du rapporteur sur :

- la démarche générale de conception retenue par ATMEA et commune à l'ensemble des équipements ;
- les options de conception de chacun des principaux équipements constitutifs des circuits primaires et secondaires principaux du réacteur ATMEA1.

Le projet ATMEA1 fait l'objet d'un examen au stade de la définition des options générales de conception. Le Groupe permanent souligne qu'une majorité des exigences réglementaires relatives aux équipements sous pression sont applicables aux phases ultérieures de projet, notamment la conception détaillée et la fabrication des équipements, et qu'il ne les a donc pas considérées lors de son examen. Le Groupe permanent rappelle qu'en cas d'installation d'un réacteur de ce type en France, ATMEA devra prendre en compte l'ensemble des exigences applicables et démontrer le respect de l'ensemble des exigences essentielles de sécurité imposées par les textes en vigueur.

III

Le Groupe permanent note qu'ATMEA a réalisé les études préliminaires de conception sur la base du code ASME et des textes réglementaires américains, complétés par des dispositions supplémentaires définies par ATMEA. Le Groupe permanent prend donc acte de l'utilisation d'un code reconnu, de nature à apporter certaines garanties quant à la conception des équipements. Il souligne qu'un référentiel précis et autoportant sera nécessaire à l'instruction des étapes ultérieures du projet.

Le Groupe permanent rappelle par ailleurs que les dispositions de ce référentiel devront être analysées au regard des exigences réglementaires françaises et complétées par des spécifications particulières, en cas d'installation d'un réacteur de ce type en France. A ce titre, le Groupe permanent note qu'ATMEA s'est engagé à compléter certaines dispositions du code, concernant notamment l'étude de la rupture ductile des équipements.

ATMEA s'est appuyé sur l'expérience de concepteur de MHI et d'AREVA, et des études réalisées pour les derniers réacteurs de 3^{ème} génération d'AREVA pour réaliser les études préliminaires de conception. Le Groupe permanent note l'intérêt de la prise en compte du retour d'expérience de conception pour assurer la robustesse de la conception mais considère que cette démarche devra être complétée par des études approfondies lors des phases ultérieures du projet, afin d'apporter toutes les garanties sur la qualité de la conception des équipements du réacteur ATMEA1.

Le Groupe permanent souligne notamment que :

- ces études devront prendre en compte l'ensemble des mécanismes de dégradations, avérés à l'échelle internationale ou potentiels, susceptibles de concerner les équipements, dont la rupture brutale, fragile ou ductile, et l'ensemble des modes de vieillissement anticipés ou redoutés ;
- les calculs réalisés devront prendre en compte la durée de fonctionnement de 60 ans retenue pour le réacteur ;
- les circuits primaire et secondaires principaux devront être examinés dans leur ensemble, et pas uniquement équipement par équipement, pour assurer la cohérence de la conception au regard de la démonstration de sûreté ;
- le dimensionnement des équipements devra prendre en compte toutes les situations, y compris hautement improbables, et transitoires susceptibles de s'appliquer à toutes les zones des équipements ;
- les zones qui présentent un risque de fissuration par fatigue notable devront faire l'objet en priorité d'un examen de leur conception, en particulier de leur tracé, pour limiter les contraintes d'exploitation et de suivi en service.

Le Groupe permanent note également qu'ATMEA n'a pas encore effectué l'ensemble des choix de conception. Ainsi, par exemple, la solution retenue pour les revêtements n'a pas été définie. Le Groupe permanent attire fortement l'attention, si un revêtement monocouche était proposé, sur la justification de l'absence de défauts sous revêtement et sur la prise en compte des effets environnementaux en fatigue.

IV

Générateur de vapeur

Le Groupe permanent note que les GV du réacteur ATMEA sont conçus sur un modèle similaire à la technologie des GV équipant les réacteurs de 3ème génération d'AREVA. Le Groupe permanent note également qu'ATMEA s'engage à appliquer les exigences du code ASME correspondant à la classe 1 tant pour la partie primaire que pour la partie secondaire des GV, ce qui constitue un élément important pour assurer le niveau de sécurité élevé attendu pour ces équipements, dont la rupture n'est pas prise en compte dans la démonstration de sûreté.

Le Groupe permanent considère que la question des internes, notamment la conception des tirants, et celle du conditionnement du secondaire restent à approfondir, eu égard notamment au phénomène de colmatage. Par ailleurs, les exigences d'inspectabilité et de maintenance des GV devront être étudiées de manière spécifique, après prise en compte de l'ensemble des éléments de retour d'expérience international accumulés sur le parc en exploitation, sans se limiter à la reconduction de dispositions déjà mises en œuvre.

Cuve et internes de cuve

Le Groupe permanent note qu'ATMEA s'appuie sur le modèle de cuve des réacteurs de 3ème génération d'AREVA pour la conception de cet équipement. Dans le cas des internes de cuve, le Groupe permanent note cependant que des évolutions, notamment le réflecteur lourd, ne bénéficient pas d'un retour d'expérience en exploitation important et doivent faire l'objet d'essais qu'ATMEA s'est engagé à réaliser.

Le Groupe permanent rappelle que lors des phases ultérieures du projet devront être réalisées des études à la rupture brutale, prenant en compte la rupture fragile et ductile, à l'échéance de 60 ans de fonctionnement. Il recommande de spécifier une RTNDT à 60 ans assurant en particulier, en complément de la démarche proposée, des marges suffisantes pour un défaut réaliste en zone de cœur. La zone de raccordement des tubulures, qui est potentiellement concernées par des phénomènes de concentration de contraintes devra, comme la zone de cœur, faire l'objet de justifications appropriées.

Le Groupe permanent note également qu'ATMEA a identifié des zones sur lesquelles les études préliminaires de fatigue ont mis en évidence des facteurs d'usage nécessitant des études complémentaires. Le Groupe permanent considère qu'ATMEA devra poursuivre ses études qui devront conduire en priorité à la définition de dispositions de conception et de mesures de suivi en service adaptées.

Le Groupe permanent insiste sur la nécessité pour ATMEA de prendre en compte le retour d'expérience des difficultés observées lors de la réalisation de soudures sur plusieurs couvercles de cuve, afin d'identifier s'il est nécessaire de mettre en place des mesures complémentaires spécifiques en matière de conception, de contrôlabilité ou de réalisation des soudures concernées, ainsi que de suivi en service.

Mécanismes de commande de grappes (MCG)

Le Groupe permanent note que les choix de conception présentés par ATMEA s'appuient sur le retour d'expérience de la conception des MCG des derniers réacteurs de 3ème génération d'AREVA. Ce type de conception n'est cependant pas celle utilisée sur le parc électronucléaire français actuellement en service : elle fait par ailleurs encore l'objet d'une instruction par l'ASN. Le Groupe permanent recommande que, dans ce cadre, la nécessité d'un programme de suivi du vieillissement soit examinée. Le groupe permanent note par ailleurs qu'ATMEA s'est engagé à fournir des éléments de retour d'expérience concernant la tenue en service des mécanismes de commande de grappes.

Le Groupe permanent rappelle que le futur fabricant devra démontrer que les propriétés des matériaux utilisés permettent de garantir la ductilité (dont l'aptitude à subir des déformations locales)

et la soudabilité du matériau. Le Groupe permanent considère également qu'en regard au nombre de soudures bimétalliques, des garanties devront être apportées quant à la maîtrise de leur procédé de réalisation. ATMEA devra également s'assurer de la contrôlabilité des MCG tels que conçus.

Groupes motopompes primaires (GMPP)

Le Groupe permanent note qu'ATMEA s'appuie sur le retour d'expérience de modèles de GMPP déjà en service sur le parc électronucléaire français, et mis à niveau en intégrant des modifications mises en œuvre sur les derniers réacteurs de 3ème génération d'AREVA.

Le Groupe permanent considère que les calculs de fatigue réalisés à ce jour en ce qui concerne la volute de la pompe devront être repris avec une démarche cohérente et des méthodes adaptées, en vue de justifier l'aptitude de l'équipement à fonctionner pendant 60 ans.

En ce qui concerne les exigences réglementaires françaises, le Groupe permanent insiste sur la nécessité pour les futurs fabricants d'identifier clairement les exigences applicables à chacune des parties du GMPP. Par ailleurs, comme sur l'ensemble des réacteurs du parc français en service ou en cours de construction, la volute de GMPP est un composant issu de fonderie qui devra à ce titre faire l'objet d'un contrôle volumique à 100%.

Tuyauteries primaires et secondaires principales

Le Groupe permanent note qu'ATMEA souhaite appliquer l'hypothèse d'exclusion de rupture aux tuyauteries primaires principales ainsi qu'aux lignes vapeur principales. Le Groupe permanent considère que les éléments transmis par ATMEA concernant les tuyauteries sont largement à compléter pour pouvoir porter un jugement sur l'applicabilité de l'hypothèse d'exclusion de rupture à ces équipements. Le Groupe permanent rappelle en effet que l'application de l'hypothèse d'exclusion de rupture nécessite le renforcement des lignes de défense correspondant à la conception, la fabrication, le suivi en service, par des dispositions démontrant ainsi le caractère improbable de la perte d'intégrité de ces tuyauteries.

Le Groupe permanent considère que ces mesures complémentaires, au-delà de l'utilisation des exigences de la classe 1 pour l'ensemble des équipements, doivent être définies précisément aux stades ultérieurs du projet et exprimées dans un référentiel.

Le Groupe permanent note qu'une analyse préliminaire à la fatigue et la rupture brutale a été réalisée à partir des critères et méthodes du code ASME et que le piquage de la ligne de charge du circuit RCV présente des facteurs d'usage qui nécessitent des études particulières qu'ATMEA s'engage à réaliser. Le Groupe permanent considère que cette étude devra conduire en priorité à la définition de dispositions de conception et de mesures de suivi en service adaptées.

Le Groupe permanent considère que, même si aucune disposition actuellement définie ne la remet en cause, l'applicabilité de l'hypothèse d'exclusion de rupture ne pourra être démontrée qu'après la définition par ATMEA et les futurs fabricants et exploitants des dispositions prises en matière de :

- prise en compte adaptée du retour d'expérience ;
- qualité de la conception, incluant la limitation du nombre de soudures ;
- vérification de la conception, incluant l'accessibilité et l'inspectabilité ;
- qualité des matériaux et de la fabrication, incluant sa qualification y compris pour les liaisons bimétalliques ;
- vérification de la fabrication, incluant la contrôlabilité ;
- contrôle de la fabrication ;
- suivi en service,

en conformité avec les exigences techniques de l'arrêté ESPN et les directives techniques pour la conception et la construction de la prochaine génération de réacteurs nucléaires à eau sous pression approuvées par les ministres chargés de la sûreté nucléaire en 2004.

Le Groupe permanent insiste en particulier sur la nécessité de définir des actions d'inspection en service supplémentaires, par des méthodes qualifiées, en vue de détecter toute dégradation des tuyauteries concernées. Le Groupe permanent considère par ailleurs que, dans le cas des tuyauteries secondaires, la résilience et la ténacité du matériau choisi devront être suffisantes. De plus, une justification du tracé des tuyauteries vis-à-vis de l'exigence de limitation de la longueur des tronçons en exclusion de rupture hors enceinte de confinement, de la limitation du risque de défaillance de

mode commun, de la prévention des phénomènes hydrodynamiques et de l'inspectabilité devra être apportée.

Pressuriseur

Le Groupe permanent note qu'ATMEA s'appuie sur une conception relativement similaire aux pressuriseurs actuellement en exploitation ou en construction sur le parc électronucléaire français.

Le Groupe permanent souligne toutefois que le pressuriseur est un équipement soumis aux températures les plus élevées du CPP et considère que le vieillissement thermique doit être pris en compte sur cet équipement. Il note qu'ATMEA s'engage à définir des spécifications particulières en plus de celles du code ASME afin de prendre en compte ce phénomène.

Le Groupe permanent considère également que des dispositions de conception doivent encore faire l'objet de justifications et souligne que l'implantation de la ligne d'aspersion doit être analysée vis-à-vis des risques de choc thermique sur la soudure virole supérieure / fond.

Le Groupe permanent note également que des choix de conception n'ont pas encore été effectués et devront faire l'objet de justifications appropriées sur la base d'études et de la prise en compte du retour d'expérience. Il recommande pour la ligne d'expansion du pressuriseur le choix d'une manchette thermique de type « inversée » qui améliore sensiblement la prévention du dommage de fatigue.

Enfin, le Groupe permanent considère que le fabricant devra s'assurer que la conception des soudures à pénétration partielle au niveau des cannes chauffantes permet de réaliser les contrôles suffisants pour garantir leur qualité de réalisation.

Protection contre les surpressions du circuit primaire et des circuits secondaires

Le groupe permanent considère que les études réalisées à ce stade et les options de conception retenues par ATMEA ne remettent pas en cause l'acceptabilité des choix effectués en matière de protection contre les surpressions sous les deux réserves suivantes :

- sauf à améliorer les marges de dimensionnement, le rôle joué par le système VDA, seul organe opérant en-dessous de la pression de service, doit conduire, à une vérification de l'application à ce système des exigences réglementaires applicables aux accessoires de sécurité, notamment en termes de fiabilité.
- les choix retenus pour la protection contre les surpressions à froid devront être justifiés et la fiabilité des systèmes retenus démontrés.

Le Groupe permanent considère donc que les principes de conception de ces dispositifs ne sont pas remis en cause mais que leur conformité aux exigences réglementaires françaises nécessiterait un examen approfondi lors de l'évaluation de conformité de l'ensemble concerné.

V

Le Groupe permanent a examiné la conformité des options de conception des principaux équipements sous pression du réacteur ATMEA par rapport aux exigences essentielles de l'annexe 1 de l'arrêté du 12 décembre 2005.

Au vu des dossiers examinés, le Groupe permanent considère que les études de pré-dimensionnement et les options de conception retenues par ATMEA ne mettent pas en évidence d'éléments de nature à remettre en cause, à ce stade, l'utilisation de tels équipements sur un réacteur nucléaire.

Le Groupe permanent insiste cependant sur la nécessité de compléter les études de pré-dimensionnement disponibles par la réalisation d'études exhaustives prenant en compte l'ensemble des transitoires, des zones des équipements, et des mécanismes de dégradations et de vieillissement susceptibles de les impacter. Il note également que certaines zones sensibles sont identifiées comme nécessitant des études plus fines conduisant à définir des modifications de conception et des dispositions de suivi en service adéquates.

Le choix de matériaux respectant l'ensemble des caractéristiques mécaniques requises jusqu'à 60 ans, et l'assurance de la qualité de fabrication notamment par des qualifications et une surveillance adaptée, constituent également des éléments essentiels à intégrer dans la suite de la démarche.

Le Groupe permanent insiste également sur le fait que l'acceptabilité de l'application de l'hypothèse d'exclusion de rupture aux tuyauteries primaires et secondaires principales ne peut être jugée que sur la base d'une description de l'ensemble des dispositions supplémentaires, incluant les spécifications plus précises des matériaux, prises pour rendre improbables :

- l'apparition d'une altération de l'équipement remettant en cause la prévention des différents modes d'endommagement ;
- l'absence de détection à temps de ces altérations.

Le Groupe permanent note qu'à ce stade du projet, il ne dispose pas des éléments suffisants pour juger de l'acceptabilité de cette hypothèse.

Enfin, le Groupe permanent rappelle que, si un réacteur de type ATMEA était construit en France, il serait nécessaire que les futurs fabricants mettent en place toutes les mesures permettant d'assurer le respect des dispositions réglementaires en vigueur.