



DIRECTION DES CENTRALES NUCLEAIRES

**Réacteur ATMEA1**  
**Examen des options de sûreté**

Rapport CODEP-DCN-2011-070548  
du 24 janvier 2012

## SOMMAIRE

<b>1. Objectif du rapport.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Contexte de l'instruction des options de sûreté du réacteur ATMEA1.....</b>	<b>4</b>
2.1. La société ATMEA .....	4
2.2. Le réacteur ATMEA1 .....	5
2.3. Démarche initiée par la société ATMEA.....	5
2.4. Le cadre contractuel, établi mi-2010, de l'instruction des options de sûreté du réacteur ATMEA1 .....	6
2.4.1. Pourquoi un cadre contractuel ?.....	6
2.4.2. Acteurs impliqués .....	6
<b>3. Modalités de l'instruction des options de sûreté du réacteur ATMEA1 .....</b>	<b>8</b>
3.1. Référentiel d'examen.....	8
3.2. Organisation de l'instruction : 2 phases .....	8
3.2.1. Phase 1 de l'instruction .....	8
3.2.2. Phase 2 de l'instruction : examen par les Groupes permanents d'experts.....	9
3.2.2.1. Thèmes examinés par les Groupes permanents d'experts .....	9
3.2.2.2. Rapports présentés aux groupes permanents d'experts afin qu'ils formulent leurs avis et recommandations .....	9
3.2.3. Prise en compte des enseignements de l'accident survenu à la centrale nucléaire japonaise de Fukushima Daiichi.....	10
3.2.4. Examen complémentaire de la prise en compte de la chute d'un avion.....	11
3.3. Documents soumis par la société ATMEA.....	11
3.3.1. Documents transmis par la société ATMEA constituant le cadre initial de l'examen.....	11
3.3.2. Documents transmis par la société ATMEA constituant le cadre fondant l'avis de l'ASN .....	12
<b>4. Documents produits par l'ASN, les Groupes permanents d'experts et l'IRSN au cours de l'instruction .....</b>	<b>14</b>
4.1. Conclusions intermédiaires de la phase 1 de l'instruction.....	14
4.2. Consultation des Groupes permanents d'experts placés auprès de l'ASN.....	14
4.2.1. Examen par le GPR.....	14
4.2.2. Examen par le GPESPN .....	16
<b>5. Conclusions de l'instruction .....</b>	<b>16</b>
5.1. Conception des équipements sous pression nucléaires (ESPN) du CPP et des CSP.....	17
5.1.1. Générateur de vapeur (GV) .....	17
5.1.2. Cuve et internes de cuve.....	18
5.1.3. Mécanismes de commande de grappes (MCG) .....	18
5.1.4. Groupes motopompes primaires (GMPP).....	19
5.1.5. Tuyauteries primaires et secondaires principales .....	19
5.1.6. Pressuriseur.....	20
5.1.7. Protection contre les surpressions du circuit primaire et des circuits secondaires.....	20
5.2. Etudes d'accident (conditions de fonctionnement PCC et RRC-A).....	21
5.2.1. Critères et règles d'études d'accident.....	21
5.2.2. Liste des situations PCC et des situations RRC-A .....	21

5.2.3.	Utilisation des calculs de conséquences radiologiques.....	21
5.3.	Agressions.....	21
5.3.1.	Agressions internes.....	22
5.3.2.	Agressions externes.....	23
5.3.3.	Objectifs de sûreté liés à la prise en compte de la chute d'avion.....	24
5.4.	Accidents graves et situations à « éliminer pratiquement ».....	25
5.5.	Utilisation des études probabilistes de sûreté (EPS).....	26
5.6.	Classement des systèmes, structures et composants.....	27
5.7.	Conception des systèmes RIS, EAS, EVU et du DEA.....	27
5.7.1.	Système RIS.....	27
5.7.2.	Système EAS.....	27
5.7.3.	Système EVU.....	28
5.7.4.	Dispositif d'étanchéité à l'arrêt (DEA).....	28
5.8.	Sources froides et alimentations électriques.....	28
5.8.1.	Sources froides.....	28
5.8.2.	Alimentations électriques.....	29
5.9.	Enceinte de confinement.....	29
5.9.1.	Conclusions de l'analyse (hors chute d'avion).....	29
5.9.2.	Prise en compte de l'impact de la chute d'un avion.....	30
5.10.	Confinement des bâtiments.....	30
5.10.1.	Dispositif de fermeture de l'annulus.....	30
5.10.2.	Bâtiment du combustible.....	31
5.10.3.	Bâtiment des auxiliaires de sauvegarde.....	32
5.11.	Manutention et entreposage du combustible nucléaire.....	32
5.12.	Contrôle-commande.....	33
5.13.	Facteurs organisationnels et humains.....	33
5.14.	Radioprotection.....	33
5.15.	Déchets nucléaires et effluents radioactifs.....	34
5.16.	Vieillessement / démantèlement.....	34
5.17.	Prise en compte du retour d'expérience.....	34
5.18.	Premier retour d'expérience de l'accident survenu à la centrale nucléaire japonaise de Fukushima Daiichi sur la conception d'ATMEA1.....	35
<b>6.</b>	<b>Objectifs de sûreté fixés par WENRA pour les nouveaux réacteurs.....</b>	<b>36</b>
<b>7.</b>	<b>Avis d'ensemble des services de l'ASN.....</b>	<b>37</b>
<b>8.</b>	<b>Références.....</b>	<b>38</b>
<b>9.</b>	<b>Glossaire.....</b>	<b>39</b>

## **1. OBJECTIF DU RAPPORT**

L'objectif du présent rapport est de présenter l'instruction menée sur les options de sûreté du réacteur ATMEA1.

Le dossier d'options de sûreté d'un réacteur présente les principales caractéristiques et choix de conception générale retenus en termes de sûreté. Ce dossier, établi au stade des études d'avant-projet du réacteur, présente notamment :

- les objectifs de sûreté du réacteur ;
- l'approche de sûreté utilisée pour sa conception ;
- la description générale du réacteur, des procédés et systèmes mis en œuvre ;
- les conditions de fonctionnement envisagées ainsi que des paramètres clés de l'installation ;
- les accidents et agressions pris en compte à la conception et les méthodes de traitement de ces situations.

Il convient de rappeler qu'en France, la définition d'options de sûreté d'une installation nucléaire de base (INB) et leur examen par l'ASN se situent bien en amont d'une demande d'autorisation de création d'une telle INB. Le cas échéant, cette demande d'autorisation de création est soumise par le futur exploitant de cette INB (également dénommé le pétitionnaire dans la suite du présent rapport) et comporte notamment le rapport préliminaire de sûreté et l'étude d'impact de l'INB.

L'instruction associée à l'examen des options de sûreté du réacteur ATMEA1 et les conclusions qu'en tire l'ASN ont également soulevé des questions qui dépassent le cadre des options de sûreté et qui seraient à traiter lors d'une éventuelle demande d'autorisation de création d'un réacteur ATMEA1 en France. Ces questions impliquent en effet, pour tout ou partie, des choix de l'exploitant voire des fabricants des équipements. Les réponses qu'elles appellent nécessitent ainsi une définition plus détaillée de la conception de l'installation et de ses modalités d'exploitation.

## **2. CONTEXTE DE L'INSTRUCTION DES OPTIONS DE SURETE DU REACTEUR ATMEA1**

### **2.1. La société ATMEA**

La société ATMEA, de droit français, a été créée fin 2007. Elle est détenue à part égale par l'entreprise française Areva et l'entreprise japonaise Mitsubishi Heavy Industries (MHI). Elle a pour but le développement, la certification, la commercialisation et la vente du réacteur ATMEA1. Ce réacteur, dit de « génération III », est *a priori* destiné à l'export<sup>1</sup>. Il allie les technologies des deux concepteurs.

---

<sup>1</sup> La société GDF-Suez a néanmoins exprimé son intérêt pour la construction en France d'un tel réacteur, dans la vallée du Rhône. En outre, le Conseil de politique nucléaire de février 2011 a décidé que « Afin de renforcer l'offre française, en complément du réacteur de grande puissance (1650MW) EPR, qui constitue aujourd'hui le produit de référence de la filière nucléaire française, le Conseil de Politique Nucléaire demande à AREVA, EDF, GDF-SUEZ, et aux autres acteurs intéressés de renforcer leur coopération industrielle pour poursuivre l'optimisation et certifier le réacteur de moyenne puissance ATMEA-1. Le projet de construction en France d'un premier ATMEA-1 sera mis à l'étude. »

## **2.2. Le réacteur ATMEA1**

Le réacteur ATMEA1 est un réacteur à eau sous pression à trois boucles, d'une puissance thermique totale égale à environ 3150 MW<sub>th</sub> (soit environ 1100 MWe). Le circuit primaire principal, la configuration des boucles et les principaux composants sont similaires à ceux des générations de réacteurs actuellement en fonctionnement en France. Il est conçu pour une durée de vie de 60 ans. Il est équipé :

- de trois trains de sauvegarde (3×100%) auxquels s'ajoute un quatrième train partiel (« train X ») permettant la maintenance des diesels et des systèmes connectés à la source froide ;
- d'un récupérateur de corium ;
- d'une enceinte de confinement simple avec liner – l'annulus étant limité à la partie cylindrique du bâtiment du réacteur (reprise des fuites des traversées) – visant également à la protection contre les chutes d'avions ;
- d'un contrôle-commande numérique.

Des informations complémentaires sont présentées en annexe 1, ainsi que dans le chapitre 2 du rapport IRSN/DAI/DDI n°52.

## **2.3. Démarche initiée par la société ATMEA**

Début 2008, la société ATMEA a engagé des discussions avec l'ASN sur la possibilité de mener un examen des options de sûreté du réacteur ATMEA1. A la suite d'échanges préliminaires, par lettre en référence [4], la société ATMEA a confirmé sa volonté de solliciter l'avis de l'ASN sur les options de sûreté du réacteur ATMEA1 au regard du respect :

- des objectifs de sûreté fixés en France pour la nouvelle génération de réacteurs à eau pressurisée tels que formulés au A.1.1 des « Directives techniques pour la conception et la construction de la nouvelle génération de réacteurs nucléaires à eau sous pression » (cf. référence [3]) ;
- des textes réglementaires et para-réglementaires<sup>2</sup> applicables en France aux installations nucléaire de base.

Cette démarche s'inscrit dans une démarche plus large de « certification » du réacteur ATMEA1 auprès de différents acteurs. Ainsi :

- la société ATMEA a sollicité l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) en novembre 2007 et a obtenu son opinion à l'été 2008 ;
- la société ATMEA a sollicité début 2011 l'Autorité de sûreté canadienne (Commission canadienne de sûreté nucléaire - CCSN).

---

<sup>2</sup> Par lettres en références [5] et [6], l'ASN a clarifié l'applicabilité des règles fondamentales de sûreté au processus d'examen des options de sûreté du réacteur ATMEA1

Communiqués de presse ATMEA	
Revue par l'IAEA	Revue par la CCSN
<p><b>ATMEA-1: The IAEA completes reactor safety features review</b></p> <p><i>July 07, 2008</i></p> <p>ATMEA, an AREVA and Mitsubishi Heavy Industries Ltd. (MHI) joint-venture, announces the completion of IAEA's review of the ATMEA-1 nuclear reactor Conceptual Design Safety Features. Under the auspices of the IAEA, an international team of senior experts reviewed the ATMEA1 design and evaluated it against current and applicable IAEA Safety Standards.</p> <p>The objective of the review was to assess whether the Conceptual Safety Features address IAEA requirements in a complete and comprehensive manner. The report concluded that the ATMEA1 conceptual design addresses the IAEA's Fundamental Safety Principles as well as key design and safety assessment requirements. These safety features are the basis for the on-going basic design work. The reactor design will be ready for license application by the end of 2009 as planned.</p> <p>Stefan vom Scheidt, CEO of ATMEA said: "Completion of this IAEA review is an important step that confirms the relevance of our basic safety options. I would like to express my appreciation to the IAEA staff and external experts engaged in this review program for their great effort".</p>	<p><b>AREVA and Mitsubishi Heavy Industries Ltd. submit ATMEA-1 Design for Preliminary Review with Canadian Nuclear Safety Commission</b></p> <p><i>February 24, 2011</i></p> <p>ATMEA, a joint venture between AREVA and Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. (MHI), has submitted, on February 15, 2011, the ATMEA1 reactor for a pre-project design review with the Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC). The ATMEA1™ reactor is under consideration as part of the proposed Clean Energy Park near the Point Lepreau nuclear station in New Brunswick.</p> <p>The province of New Brunswick, the Utility New Brunswick Power and AREVA, signed a letter of intent last July to develop a Clean Energy Park that would feature a mid-sized reactor and renewable generation built by AREVA.</p> <p>If approved by the CNSC, the ATMEA1 design also could be selected at sites in other Canadian provinces.</p>

## **2.4. Le cadre contractuel, établi mi-2010, de l'instruction des options de sûreté du réacteur ATMEA1**

### **2.4.1. Pourquoi un cadre contractuel ?**

Un processus d'examen des options de sûreté est prévu à l'article 6 du décret en référence [2] : *« Toute personne qui prévoit d'exploiter une installation nucléaire de base peut demander à l'ASN, préalablement à l'engagement de la procédure d'autorisation de création prévue par l'article 29 de la loi du 13 juin 2006, un avis sur tout ou partie des options qu'elle a retenues pour assurer la sûreté de cette installation. »*

Cependant, la société ATMEA ne prévoyant pas d'exploiter le réacteur ATMEA1 en France, l'article précité ne peut être strictement appliqué. Le financement de l'instruction technique n'est ainsi pas justifiable sur le budget alloué à l'ASN par les pouvoirs publics. ATMEA doit donc rémunérer l'ASN et l'IRSN pour cet examen. Pour ces raisons, il a été décidé que l'examen des options de sûreté du réacteur ATMEA1 se déroulerait sur une base contractuelle : une convention a donc été établie entre la société ATMEA et un groupement conjoint constitué par l'ASN et l'IRSN. Cette différence de cadre juridique n'a cependant pas d'impact sur l'analyse technique à mener : elle a été menée dans les mêmes conditions que pour une installation nucléaire de base ayant vocation à être construite en France.

### **2.4.2. Acteurs impliqués**

L'ASN a répondu favorablement à la demande d'ATMEA et a signé durant l'été 2010 une convention qui encadre la revue des options de sûreté du réacteur ATMEA1. L'objectif de cette revue, menée avec l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), est d'évaluer si les options de sûreté sont conformes à l'approche de sûreté française. La convention entre la société ATMEA et le

groupement conjoint comporte notamment une annexe décrivant les attendus et modalités de l'examen technique.

Au sein de l'ASN, la direction des centrales nucléaires (ASN/DCN) pilote l'examen technique de ce dossier à l'exception de la revue des options de conception des principaux équipements sous pression nucléaires (ESPN) des circuits primaire et secondaires principaux du réacteur ATMEA1 qui est menée par la direction des équipements sous pression (ASN/DEP). Pour l'examen technique, l'ASN a impliqué les Groupes permanents d'experts placés auprès d'elle : le Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) et le Groupe permanent d'experts pour les ESPN (GP ESPN).

### **3. MODALITES DE L'INSTRUCTION DES OPTIONS DE SURETE DU REACTEUR ATMEA1**

#### **3.1. Référentiel d'examen**

Le référentiel d'examen est constitué par :

- la réglementation française en vigueur à la date de signature de la convention ;
- les Directives techniques pour la conception et la construction de la prochaine génération de réacteurs à eau sous pression (référence [3]);
- les textes para-réglementaires relatifs à la conception des réacteurs de cette prochaine génération (cf. référence [5]).

Enfin, lorsque le référentiel ci-dessus ne permet pas de couvrir certains domaines des options de sûreté, l'examen mené par l'IRSN a été fait sur la base des codes et des référentiels proposés par la société ATMEA tels que décrits dans le dossier d'options de sûreté, sans porter un jugement sur ces derniers.

#### **3.2. Organisation de l'instruction : 2 phases**

L'examen technique des options de sûreté du réacteur ATMEA1 a été mené en deux phases :

- phase 1 : examen des options de sûreté du réacteur permettant d'établir la liste des sujets à approfondir lors de la phase 2 ;
- phase 2 : poursuite de l'examen des options de sûreté en se focalisant sur l'examen des rapports complémentaires portant sur les aspects identifiés lors de la phase 1 et examen des options de conception des équipements sous pression nucléaires.

En outre, pendant la phase 2, il a également été mené une analyse relative à la prise en compte :

- des premiers enseignements tirés de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi (Japon) en mars 2011 ;
- de la chute d'un avion, y compris intentionnelle.

##### **3.2.1. Phase 1 de l'instruction**

Les objectifs de l'instruction en phase 1 étaient, afin de déterminer les thèmes à approfondir en phase 2, d'estimer si les options de sûreté sont :

- soit conformes à des conceptions de réacteur récemment acceptées en France ;
- soit différentes mais considérées en première approche comme satisfaisantes ou susceptibles de devenir acceptables après approfondissement ;
- soit différentes et considérées en première approche comme difficilement acceptables, voire inacceptables.



### **3.2.2. Phase 2 de l'instruction : examen par les Groupes permanents d'experts**

#### **3.2.2.1. Thèmes examinés par les Groupes permanents d'experts**

La phase 2 visait à :

- approfondir les sujets identifiés en phase 1. Elle a comporté notamment plusieurs réunions du GPR destinées à lui permettre de rendre l'avis demandé par lettre en référence [9]. Cinq séances ont été planifiées à cette fin (26 mai 2011, 30 juin 2011, 6 octobre 2011, 14 octobre 2011, 28 octobre 2011). Les modalités de consultation ont été présentées aux membres du GPR lors de sa réunion interne quadripartite du 24 février 2011 ;
- mener à bien l'analyse des options de conception des principaux ESPN (équipements sous pression nucléaires) des circuits primaire et secondaires principaux du réacteur ATMEA1 ainsi que la protection contre les surpressions. Elle a comporté notamment une réunion du GPESPN, qui a été saisi par lettre en référence [10] et s'est réuni le 14 septembre 2011. Les conclusions de cet examen ont été présentées au GPR lors de sa séance du 14 octobre 2011.

Les conclusions de l'examen mené en phase 2 par les Groupes permanents d'experts sont résumées au chapitre 5.

#### **3.2.2.2. Rapports présentés aux groupes permanents d'experts afin qu'ils formulent leurs avis et recommandations**

Le dossier d'options de sûreté transmis par la société ATMEA contient les options de sûreté retenues par cette société ainsi que les bases d'une conception détaillée du réacteur. Ces options de conception sont présentées dans le dossier d'ATMEA pour permettre d'asseoir la crédibilité des options de sûreté associées en illustrant leur déclinaison en termes de conception.

Afin d'élaborer son avis, le GPR a pris connaissance des rapports élaborés par l'IRSN. Sur cette base, à chaque séance, le GPR a tout d'abord rédigé des positions et recommandations « intermédiaires », c'est-à-dire susceptibles d'évoluer selon les engagements pris par la société ATMEA et la mise à jour des documents associés servant de base à l'examen. Le GPR a donc suivi un processus itératif qui s'est finalement concrétisé par l'avis rendu à l'ASN à l'issue de sa cinquième réunion.

Les rapports IRSN présentés au GPR contiennent notamment :

- des positions de l'IRSN, assorties le cas échéant de projets de recommandations. Ces projets sont selon le cas repris tels quels, amendés ou rejetés par le GPR après discussion entre ses membres ;
- des engagements pris par la société ATMEA ;
- des projets de préconisations pour le futur exploitant sur des points à traiter lors d'une éventuelle demande d'autorisation de création d'un réacteur ATMEA1 en France ou sur la conception détaillée de l'installation.

L'avis du groupe permanent a été sollicité sur les options de sûreté et, le cas échéant, sur certaines options de conception du réacteur ATMEA présentées par le projet. Il a été proposé au GPR d'examiner en priorité les projets de recommandations, mais également de prendre connaissance des « préconisations » afin de déterminer si certaines d'entre elles devaient être transformées en recommandations.

**L'avis du GPR figure en annexe 3 du présent rapport.**

Afin d'élaborer son avis, le GP ESPN a pris connaissance du rapport présentant les conclusions de l'examen, par les services de l'ASN, des options de conception retenues par la société ATMEA pour les principaux ESPN ainsi que la protection contre les surpressions primaires et secondaires.

Le rapport présenté au GP ESPN contient :

- des positions proposées par le rapporteur, assorties le cas échéant de projets de recommandations. Ces projets sont selon le cas repris tels quels, amendés ou rejetés par le GP ESPN après discussion entre ses membres ;
- des engagements pris par la société ATMEA ;
- des projets de préconisations pour le futur exploitant et les fabricants d'équipements à considérer lors d'une éventuelle demande d'autorisation de création d'un réacteur ATMEA1 en France ou sur la conception détaillée de l'installation.

**L'avis du GPESPN figure en annexe 2 du présent rapport.**

### **3.2.3. Prise en compte des enseignements de l'accident survenu à la centrale nucléaire japonaise de Fukushima Daiichi**

Des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) des installations nucléaires françaises ont été engagées par l'ASN à la suite de l'accident survenu en mars 2011 à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi, au Japon. Cette démarche répond également à la demande du Premier ministre de réaliser un audit de la sûreté des installations nucléaires françaises et aux attentes du Conseil européen, qui a appelé en mars 2011 à la conduite de tests de résistance des réacteurs électronucléaires européens.

Pour ce qui concerne les centrales nucléaires françaises, dont les réacteurs EPR (Flamanville 3 et, si sa création devait être autorisée, Penly 3), le cahier des charges de ces ECS a été fixé par la décision n° 2011-DC-0213 du 5 mai 2011 de l'ASN (<http://www.asn.fr/index.php/Les-actions-de-l-ASN/La-reglementation/Bulletin-Officiel-de-l-ASN/Decisions-de-l-ASN/Decision-n-2011-DC-0213-de-l-ASN-du-5-mai-2011>)

Les conclusions de l'ASN à la suite des ECS figurent dans l'avis et le rapport de l'ASN rendus publics le 3 janvier 2012 et consultables sur le site Internet de l'ASN :

<http://www.asn.fr/index.php/content/download/32343/234586/file/2012-AV-0139.pdf>

#### Examen mené par le GPR dans le cadre de l'instruction des options de sûreté du réacteur ATMEA1

Le processus d'examen des options de sûreté du réacteur ATMEA1 a débuté avant la survenue de l'accident affectant la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi, (Japon). L'ASN a donc souhaité que la prise en compte dans la conception du réacteur ATMEA1 des premiers enseignements de l'accident de Fukushima Daiichi soit examinée en tenant compte du stade actuel d'avancement de la conception du réacteur ATMEA1 : il s'agit de l'analyse des options de sûreté et, en particulier, le site d'implantation du réacteur est inconnu. Cette analyse a été soumise au GPR lors de sa quatrième séance.

Il convient de noter que la plupart des sujets mis en lumière par l'accident de Fukushima avaient d'ores et déjà été identifiés dans la phase 1 de l'instruction. Néanmoins, le présent rapport ne peut prendre en compte que les premiers enseignements tirés de l'accident survenu sur le site nucléaire de Fukushima Daiichi, le processus de retour d'expérience associé nécessitant plusieurs années, si l'on se réfère aux accidents de Three Mile Island et de Tchernobyl.

### Eclairage complémentaire apporté par l'examen des rapports ECS des réacteurs en construction ou en exploitation

Par ailleurs, postérieurement à la remise de l'avis du GPR sur les options de sûreté du réacteur ATMEA1, l'ASN a rendu le 3 janvier 2012 son rapport et son avis sur les évaluations complémentaires de sûreté pour les réacteurs en exploitation ou en construction.

Ainsi, l'ASN va imposer la mise en place d'un « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles permettant de maîtriser les fonctions fondamentales de sûreté dans des situations extrêmes, pour toutes les installations concernées par le rapport ECS. Les exploitants français devront proposer à l'ASN avant le 30 juin 2012 le contenu et les spécifications du « noyau dur » propre à chaque installation.

Bien que le réacteur ATMEA1 n'entre pas dans le champ couvert par cet avis, les conclusions qui y figurent ont également été considérées par les services de l'ASN dans la préparation de la position de l'ASN sur les options de sûreté du réacteur ATMEA1 (voir chapitre 5.18).

### **3.2.4. Examen complémentaire de la prise en compte de la chute d'un avion**

La protection contre la chute involontaire d'un avion est un sujet traité dans le cadre des agressions externes « classiques » susceptibles d'affecter la sûreté du réacteur. Ce sujet était donc dès le début couvert par l'instruction à mener sur les options de sûreté du réacteur ATMEA1. Il n'en était pas de même du cas de la chute intentionnelle d'un avion, qui est traitée dans le cadre de la prise en compte des actes de malveillance et fait appel à des informations protégées au titre du secret de la défense nationale, notamment lorsqu'il s'agit de caractériser la menace ou de déterminer les protections adéquates à mettre en œuvre. Ce sujet est néanmoins structurant pour ce qui concerne certaines options de sûreté de l'installation, par exemple la localisation de certains bâtiments ou des caractéristiques du génie civil.

L'instruction de ce sujet, limitée aux bâtiments du réacteur et du combustible, a fait l'objet d'un avenant spécifique à la convention entre la société ATMEA et le groupement conjoint {ASN+IRSN} qui a été signé à l'été 2011. Les services du Haut fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) du ministère chargé de l'environnement et le Directeur général adjoint de l'IRSN, délégué pour les missions relevant de la défense, ont été associés à sa rédaction.

Les conclusions de l'examen sont résumées aux chapitres 5.3.3, 5.9.2 et 5.10.2.

## **3.3. Documents soumis par la société ATMEA**

### **3.3.1. Documents transmis par la société ATMEA constituant le cadre initial de l'examen**

Le dossier d'options de sûreté remis par la société ATMEA a permis :

- d'apprécier les objectifs de sûreté retenus en regard du référentiel français, les éventuels écarts étant justifiés ;
- d'apprécier les fondements de l'approche de sûreté pour la conception du réacteur ;
- d'apprécier les options techniques retenues pour la conception de l'installation, sa construction, et d'estimer leur influence éventuelle sur des dispositions de construction de l'installation, ainsi que les principales options concernant l'exploitation de l'installation ;
- d'apprécier la possibilité d'atteindre les objectifs de sûreté retenus ;
- une première estimation de l'impact radiologique sur l'environnement et sur l'homme de l'installation en fonctionnement normal.

Pour la première phase de l'instruction, la société ATMEA a transmis deux documents :

- ATMEA PN 048 C FIN – Options de sûreté du réacteur ATMEA 1, (conception du réacteur ATMEA1 équivalente à celle présentée dans le CSFRF<sup>3</sup> révision 4) ;
- ATMEA PN 049 C FIN – Respect des exigences des Directives Techniques pour la conception et la construction de la prochaine génération de réacteurs à eau sous pression.

On peut souligner que le CSFRF (révision 4 du 1<sup>er</sup> décembre 2008), prenait initialement en compte la formulation américaine des objectifs de sûreté et faisait de nombreuses références à la réglementation américaine. De même, l'analyse de conformité aux Directives techniques faisait systématiquement référence aux documents américains (10CFR50 et GDC, SRP, rapports NUREG, Reg Guides, codes et standards (ASME, ANSI, IEEE,..)). A la demande de l'ASN, la société ATMEA a fait évoluer ces documents, préalablement à leur transmission, afin de les rendre plus explicites par rapport aux textes réglementaires et para-réglementaires français. La position de l'ASN est en effet prise par rapport au cadre réglementaire français actuel.

Pour la seconde phase, la société ATMEA a transmis des rapports techniques additionnels, notamment afin d'apporter des informations supplémentaires sur les sujets identifiés en phase 1 comme nécessitant un approfondissement. Il en a été de même pour les sujets objet des paragraphes 3.2.3 et 3.2.4.

### **3.3.2. Documents transmis par la société ATMEA constituant le cadre fondant l'avis de l'ASN**

Au cours de l'instruction technique, tant lors de réunions organisées par l'IRSN ou l'ASN qu'à l'occasion des réunions des Groupes permanents d'experts placés auprès de l'ASN, la société ATMEA a été amenée à clarifier certaines positions ou à faire évoluer tel ou tel aspect des options de sûreté ou des bases de conception du réacteur ATMEA1.

Ainsi, les documents soumis par la société ATMEA et au regard desquels l'avis de l'ASN est formulé, regroupés sous les termes « **dossier d'options de sûreté** », sont les suivants :

- Rapport ATMEA PN 048 F FIN - Options de sûreté du réacteur ATMEA 1
- Rapport ATMEA PN 049 E FIN - Respect des exigences des Directives Techniques pour la conception et la construction de la prochaine génération de réacteurs à eau sous pression
- Rapport ATMEA PN 053 B FIN- Technical report – Safety injection system
- Rapport ATMEA PN 054 B FIN - Technical report - Residual Heat Removal System and Containment Spray System
- Rapport ATMEA PN 055 B FIN – Technical report – Severe accident Heat removal System
- Rapport ATMEA PN 058 B FIN – Technical report – Electrical design
- Rapport ATMEA PN 067 B FIN – Technical report – Overpressure protection
- Rapport ATMEA PN 069 C FIN – Technical report – Protection against internal hazards
- Rapport ATMEA PN 070 B FIN – Technical Report – Containment Design
- Rapport ATMEA PN 071 C FIN – Technical Report – Confinement Functions

---

<sup>3</sup> Conceptual safety features review file

- Rapport ATMEA PN 072 B FIN - Technical Report – I&C General architecture
- Rapport ATMEA PN 073 B FIN – Technical Report – PSA Level 1
- Rapport ATMEA PN 080 B FIN – Technical Report – External hazards
- Rapport ATMEA PN 079 B FIN – Technical Report – Large Commercial airplane
- Rapport ATMEA PN 121 A FIN – Technical Report – Post Fukushima short-term experience feedback
- Rapport ATMEA PN 060 B FIN Technical Report – Reactor Pressure vessel Internals
- Rapport ATMEA PN 062 B FIN – Technical Report – Steam Generators
- Rapport ATMEA PN 063 B FIN – Technical Report – Reactor Coolant Pumps
- Rapport ATMEA PN 068 B FIN – Technical Report – Complementary Requirements to the ASME code for ATMEA1 Basic Design
- Rapport ATMEA PN 061 B FIN – Technical Report – Control rod drive mechanisms
- Rapport ATMEA PN 059 B FIN – Technical Report – Reactor pressure vessel
- Rapport ATMEA PN 065 B FIN – Technical Report – Reactor Coolant line
- Rapport ATMEA PN 066 B FIN – Technical Report – Ligne vapeur principale et ligne d'eau alimentaire
- Rapport ATMEA PN 064 B FIN – Technical Report – Pressurizer

Ces documents, traçant dans leur corps les engagements pris en cours de l'instruction par la société ATMEA, sont récapitulés dans la lettre ATMEA P-11-0090 du 29/11/2011, qui fixe ainsi la liste des documents constituant la base sur laquelle l'ASN rend son avis. Le champ de l'examen des options de sûreté du réacteur ATMEA1 est quant à lui défini dans la convention (plus précisément son annexe 1) passée entre la société ATMEA et le groupement conjoint {ASN+IRSN} ainsi que dans l'avenant relatif au sujet « chute d'avion » (voir 3.2.4).

*Ils convient de noter que les documents récapitulés dans la lettre ATMEA P-11-0090 peuvent être légèrement différents de ceux mentionnés dans les rapports de l'IRSN ou de l'ASN présentés aux GPE. En effet, certains ont par la suite été actualisés par la société ATMEA afin d'inclure les engagements pris à l'occasion des séances des GPE ou de répondre aux recommandations envisagées par les GPE.*

La liste de l'ensemble des documents transmis par ATMEA dans le cadre de l'instruction des GPE figure dans les rapports IRSN ou ASN correspondants.

#### 4. DOCUMENTS PRODUITS PAR L'ASN, LES GROUPES PERMANENTS D'EXPERTS ET L'IRSN AU COURS DE L'INSTRUCTION

##### 4.1. Conclusions intermédiaires de la phase 1 de l'instruction

L'instruction technique menée en phase 1 a donné lieu à l'avis de l'IRSN en référence [7] ainsi qu'à la lettre de l'ASN en référence [8] et présentée en annexe 5 .

Il en est ressorti que :

- le dossier d'options de sûreté présente un niveau de complétude satisfaisant ;
- certains sujets ne méritaient pas, sous réserve d'une confirmation par le GPR, d'être approfondis en phase 2 :
- les sujets évoqués dans la lettre en référence [8] méritaient effectivement d'être approfondis en phase 2.

##### 4.2. Consultation des Groupes permanents d'experts placés auprès de l'ASN

###### 4.2.1. Examen par le GPR

Le GPR s'est réuni à 5 occasions, conformément au planning prévisionnel, pour examiner les options de sûreté du réacteur ATMEA1. Cet examen a été réalisé sur la base de rapports préparés par l'IRSN.

Séance du GPR	Sujets traités	Rapports IRSN
26 mai 2011	<ul style="list-style-type: none"><li>- Présentation des options de sûreté ;</li><li>- Présentation de la conception du réacteur ATMEA1 ;</li><li>- Présentation de l'ensemble des thèmes qui ne devraient pas faire l'objet d'un examen technique approfondi en phase 2 mais :<ul style="list-style-type: none"><li>o aidant à la compréhension de l'ensemble ;</li><li>o pouvant néanmoins donner lieu à des recommandations du GPR.</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Rapport <b>IRSN/DAI/DDI n°58</b>, qui compile les échanges intervenus entre la société ATMEA et l'IRSN au cours de l'instruction de la première phase de l'examen ;</li><li>- Rapport d'évaluation de sûreté <b>IRSN/DAI/DDI n°52</b>, qui présente les résultats de l'examen conduit par l'IRSN sur une partie des sujets recensés à l'issue de la réalisation de la première phase ;</li><li>- rapport <b>IRSN/DAI/DDI n°61</b> qui compile les échanges intervenus entre la société ATMEA et l'IRSN en support à l'élaboration du rapport IRSN/DAI/DDI n°52.</li></ul>

Séance du GPR	Sujets traités	Rapports IRSN
30 juin 2011	<p>Réunion consacrée principalement à un examen des systèmes importants pour la sûreté, à savoir :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les systèmes RIS et EAS/RRA (accumulateurs, imbrication EAS/RRA, absence d'ISBP) ;</li> <li>- les puisards de l'enceinte (risque de colmatage dans toutes les situations accidentelles) ;</li> <li>- le système EVU ;</li> <li>- les systèmes de refroidissement (source froide, SEC, RRI) ;</li> <li>- les systèmes électriques ;</li> <li>- le classement des systèmes, structures et composants ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rapport <b>IRSN/DAI/DDI n°64</b>, qui présente les résultats de l'examen conduit par l'IRSN sur les thèmes techniques présentés au GPR le 30 juin 2011 ;</li> <li>- Rapport <b>IRSN/DAI/DDI n°67</b> qui compile les échanges intervenus entre la société ATMEA et l'IRSN en support à l'élaboration du rapport IRSN/DAI/DDI n°64.</li> </ul>
6 octobre 2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enceinte de confinement ;</li> <li>- Confinement dynamique ;</li> <li>- Traitement des agressions externes et internes dont l'incendie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rapport <b>IRSN/DAI/DDI n°90</b>, qui présente les résultats de l'examen conduit par l'IRSN sur les thèmes techniques présentés au GPR le 06 octobre 2011 ;</li> <li>- Rapport <b>IRSN/DAI/DDI n°89</b> qui compile les échanges intervenus entre la société ATMEA et l'IRSN en support à l'élaboration du rapport IRSN/DAI/DDI n°90.</li> </ul>
14 octobre 2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Présentation des conclusions du GP ESPN (options de conception des principaux ESPN, exclusion de rupture et protection contre les surpressions) ;</li> <li>- Contrôle-commande incluant l'interface homme-machine ;</li> <li>- EPS de niveau 1 préliminaire transmise pour le réacteur ATMEA1 ;</li> <li>- la manutention du combustible et le refroidissement du BK (PTR) ;</li> <li>- Examen des premiers enseignements tirés de l'accident de Fukushima pour le traitement des accidents graves.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rapport <b>IRSN/DAI/DDI n°91</b>, qui présente les résultats de l'examen conduit par l'IRSN sur les thèmes techniques présentés au GPR le 14 octobre 2011 ;</li> <li>- Rapport <b>IRSN/DAI/DDI n°92</b> qui compile les échanges intervenus entre la société ATMEA et l'IRSN en support à l'élaboration du rapport IRSN/DAI/DDI n°91.</li> </ul>

Séance du GPR	Sujets traités	Rapports IRSN
28 octobre 2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Brèche RRA hors du bâtiment du réacteur (suite) ;</li> <li>- Prise en compte par la société ATMEA des conclusions des GPR 1, 2, 3 et 4 ;</li> <li>- Conclusion globale.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rapport <b>IRSN/DAI/DDI n°108</b> qui présente les suites données par la société ATMEA aux positions et recommandations intermédiaires prises par le GPR lors de ses quatre premières réunions ;</li> <li>- Rapport <b>IRSN/DAI/DDI n°109</b> qui compile les préconisations exprimées par l'IRSN dans les rapports présentés lors des quatre premières réunions du GPR.</li> </ul>

A l'issue de sa cinquième réunion, le GPR a formulé son avis assorti de recommandations (référence [13]). Cet avis est joint en annexe 3.

#### 4.2.2. Examen par le GPESPN

L'examen technique des options de conception des principaux ESPN des circuits primaire et secondaires principaux du réacteur ATMEA1 ainsi que de la protection contre les surpressions primaires et secondaires s'est déroulé de manière séquentielle et conformément au planning prévisionnel.

Une réunion du GP ESPN consacrée à ce sujet s'est tenue le 14 septembre 2011 sur la base d'un rapport (référence [11]) établi par les services de l'ASN, au cours de laquelle ont été examinées :

- la démarche générale de conception retenue par la société ATMEA et commune à l'ensemble des équipements ;
- les options de conception de chacun des principaux équipements constitutifs des circuits primaire et secondaires principaux du réacteur ATMEA1, ainsi que de la protection contre les surpressions primaires et secondaires.

L'avis du GP ESPN (référence [11]) est joint en annexe 2. Les conclusions de l'examen réalisé par le GP ESPN ont également été présentées pour information au GPR lors de sa séance du 14 octobre 2011.

## 5. CONCLUSIONS DE L'INSTRUCTION

Comme l'ont souligné les GPR et GPESPN dans leur avis ou comme cela apparaît dans les rapports soumis à ces GPE par les services de l'ASN ou par l'IRSN, les options de sûreté du réacteur ATMEA1 et les options de conception des ESPN du CPP et des CSP sont dans leur grande majorité satisfaisantes (soit dès le dossier initialement remis par la société ATMEA, soit dans sa version révisée à la suite de l'instruction technique). Les paragraphes ci-après détaillent les principales conclusions de l'examen technique en se focalisant sur les points devant faire l'objet soit d'amélioration au titre des options de sûreté, soit faire l'objet d'une attention particulière à un stade ultérieur du projet (le plus souvent à l'occasion d'une éventuelle demande d'autorisation de création d'un réacteur ATMEA1 ou de la conception détaillée de tel ou tel équipement ou système).



## 5.1. Conception des équipements sous pression nucléaires (ESPN) du CPP et des CSP

Pour la définition des options de conception des principaux ESPN des circuits primaire et secondaires principaux, la société ATMEA a largement utilisé l'expérience de concepteur d'AREVA et MHI. Ainsi, de grandes similitudes ont été observées entre les équipements du réacteur ATMEA1 et ceux des derniers réacteurs de troisième génération conçus. **Les options de conception retenues apparaissent donc satisfaisantes même si un examen et des études plus détaillées seront nécessaires pour s'assurer, lors de phases ultérieures du projet, du caractère pleinement satisfaisant de leur conception détaillée et des modalités prévues pour leur fabrication.**

Aucune recommandation n'a été formulée à la suite de l'examen par le GP ESPN des options de conception des principaux ESPN des circuits primaire et secondaires principaux du réacteur ATMEA1. Au vu des dossiers examinés, le GP ESPN a :

- **considéré que les études de pré-dimensionnement et les options de conception retenues par la société 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.** Il a cependant jugé nécessaire de compléter les études disponibles et a noté que certaines zones sensibles sont identifiées comme nécessitant des études plus fines conduisant à définir des choix de conception et des dispositions de suivi en service adéquats ;
- **insisté sur le fait que l'hypothèse d'exclusion de rupture pour les tuyauteries primaires et secondaires principales ne pourra être appréciée que sur la base d'une description de l'ensemble des dispositions supplémentaires prises pour rendre improbable une dégradation de ces équipements.** Il a noté qu'à ce stade du projet, il ne dispose pas des éléments suffisants pour en juger ;
- pris acte de l'utilisation comme référentiel de conception, du code ASME et de textes réglementaires américains considérés comme des textes reconnus. Il a cependant souligné que les dispositions de ce code devraient être analysées en regard des exigences réglementaires françaises et, le cas échéant, complétées par des spécifications particulières – notamment en matière d'étude de la rupture ductile - en cas d'installation d'un réacteur de ce type en France ;
- noté qu'une majorité des exigences réglementaires relatives aux équipements sous pression sont applicables aux phases ultérieures du projet, notamment la conception détaillée et la fabrication des équipements, et que de ce fait les dispositions correspondant à ces exigences n'ont pas pu être communiquées compte tenu du stade d'avancement du projet ;
- rappelé que, si un réacteur de type ATMEA1 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.

### 5.1.1. Générateur de vapeur (GV)

Les GV du réacteur ATMEA1 sont conçus sur un modèle similaire à la technologie des GV équipant les réacteurs de 3<sup>ème</sup> génération d'AREVA et la société 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.

Les services de l'ASN considèrent que les exigences d'inspectabilité des GV devront être étudiées de manière spécifique, eu égard à l'ensemble des éléments de retour d'expérience accumulés sur le parc en exploitation, sans se limiter à la reconduction de dispositions déjà mises en œuvre.

Ils considèrent également 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.

### **5.1.2. Cuve et internes de cuve**

La société ATMEA s'appuie sur le modèle de cuve des réacteurs de 3<sup>ème</sup> génération d'AREVA pour la conception de cet équipement. Cependant, dans le cas des internes de cuve, certaines évolutions, notamment le réflecteur lourd, ne bénéficient pas d'un retour d'expérience en exploitation important et doivent faire l'objet d'essais que la société ATMEA s'est engagée à réaliser.

Les services de l'ASN considèrent 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. Ils recommandent de spécifier une  $RT_{NDT}$  à 60 ans assurant en particulier, en complément de la démarche proposée, des marges suffisantes pour un défaut réaliste en zone de cœur. Ils considèrent également que la zone de raccordement des tubulures, qui est potentiellement concernée par des phénomènes de concentration de contraintes, devra, comme la zone de cœur, faire l'objet de justifications appropriées.

La société ATMEA a identifié des zones sur lesquelles les études préliminaires de fatigue ont mis en évidence des facteurs d'usage nécessitant des études complémentaires. La société 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.

Les services de l'ASN considèrent que la société ATMEA devra 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.

Enfin, la société ATMEA n'a pas encore défini la solution retenue pour les revêtements en acier inoxydable des parois des équipements sous pression en contact avec le fluide primaire, notamment la cuve. Les services de l'ASN considèrent que ce choix devra être justifié et la justification intégrer des dispositions concernant la limitation du risque d'apparition de défauts sous revêtement.

### **5.1.3. Mécanismes de commande de grappes (MCG)**

Les choix de conception présentés par la société ATMEA s'appuient sur le retour d'expérience de la conception des MCG des derniers réacteurs de 3<sup>ème</sup> 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. Les services de l'ASN considèrent que la nécessité d'un programme de suivi du vieillissement doit être examinée.

Les services de l'ASN rappellent 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. Ils considèrent également qu'en regard au nombre de soudures bimétalliques, des garanties devront être apportées quant à la maîtrise de leur procédé de réalisation. La société ATMEA devra également s'assurer de la contrôlabilité des MCG tels que conçus.

#### **5.1.4. Groupes motopompes primaires (GMPP)**

La société 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 introduites pour les derniers réacteurs de 3<sup>ème</sup> génération d'AREVA.

Les services de l'ASN notent que les calculs déjà réalisés mettent en évidence des facteurs d'usage élevés dans une zone de la volute de la pompe et considèrent qu'ils 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, les futurs fabricants devront identifier clairement les exigences applicables à chacune des parties du GMPP. Par ailleurs, les services de l'ASN rappellent que la volute de GMPP est un composant issu de fonderie qui devra à ce titre faire l'objet d'un contrôle volumique à 100%.

#### **5.1.5. Tuyauteries primaires et secondaires principales**

La société ATMEA souhaite retenir l'hypothèse qu'une rupture des tuyauteries primaires principales ainsi que des lignes vapeur principales est exclue, au sens des Directives techniques en référence [3]. Les services de l'ASN considèrent que les éléments transmis par la société ATMEA concernant les tuyauteries sont largement à compléter en vue de porter un jugement sur l'applicabilité de cette hypothèse d'exclusion de rupture à ces équipements. L'application de l'hypothèse d'exclusion de rupture nécessite en effet des lignes de défense particulièrement robustes concernant la conception, la fabrication et le suivi en service. Ces mesures devront être définies précisément aux stades ultérieurs du projet.

Les services de l'ASN considèrent que ces mesures complémentaires, au-delà de l'utilisation des exigences de la classe 1 pour l'ensemble des équipements, devront être définies précisément aux stades ultérieurs du projet et exprimées dans un référentiel. Les services de l'ASN notent néanmoins, à ce stade du projet, qu'aucune des dispositions prises n'est manifestement incompatible avec cette hypothèse.

Une analyse préliminaire à la fatigue et à la rupture brutale réalisée à partir des critères et méthodes du code ASME montre que le piquage de la ligne de charge du circuit RCV présente des facteurs d'usage qui nécessitent des études particulières que la société ATMEA s'est engagée à réaliser. Cette étude devra permettre de justifier le caractère suffisant des marges, ou, le cas échéant, conduire à l'étude de modifications de conception ou de mesures de suivi en service adaptées.

Les services de l'ASN considèrent que l'applicabilité de l'hypothèse d'exclusion de rupture ne pourra être démontrée qu'après la définition par la société ATMEA et les futurs fabricants et exploitants des dispositions prises en matière de :

- qualité de la conception ;

- vérification de la conception, incluant l'accessibilité et l'inspectabilité des équipements ;
- qualité de la fabrication, incluant la qualification des procédés employés et des spécifications plus précises des matériaux ;
- contrôle de la fabrication, incluant la contrôlabilité des équipements réalisés ;
- suivi en service ;

en conformité avec les exigences techniques de l'arrêté ESPN et les Directives techniques en référence [3].

Ils considèrent qu'il est nécessaire que la société ATMEA définisse des actions d'inspection en service supplémentaires, par des méthodes qualifiées, en vue de détecter toute dégradation des tuyauteries concernées. Ils considèrent 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.

#### **5.1.6. Pressuriseur**

La société ATMEA s'appuie sur une conception relativement similaire aux pressuriseurs actuellement en exploitation ou en construction sur le parc électronucléaire français. Le pressuriseur est cependant l'équipement soumis aux températures les plus élevées du CPP et les services de l'ASN considèrent que le vieillissement thermique doit être pris en compte sur cet équipement.

Ils considèrent également que des dispositions de conception doivent encore faire l'objet de justifications et soulignent 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 supérieur.

Par ailleurs, certains 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. Les services de l'ASN considèrent que, 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 doit être privilégié.

Enfin, les services de l'ASN considèrent 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.

#### **5.1.7. Protection contre les surpressions du circuit primaire et des circuits secondaires**

Les services de l'ASN considèrent que les études réalisées à ce stade et les options de conception retenues par la société ATMEA ne remettent pas en cause l'acceptabilité des choix effectués en matière de protection contre les surpressions sous les deux réserves suivantes :

- l'utilisation du système VDA pour la protection contre les surpressions 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.

Les principes de conception de ces dispositifs ne sont pas remis en cause mais leur conformité aux exigences réglementaires françaises nécessiterait un examen approfondi lors de l'évaluation de conformité de l'ensemble concerné.

## **5.2. Etudes d'accident (conditions de fonctionnement PCC et RRC-A)**

### **5.2.1. Critères et règles d'études d'accident**

A ce stade du projet, les services de l'ASN estiment globalement acceptables les principes de sûreté proposés par la société ATMEA et relatifs au comportement du cœur et à l'intégrité des barrières de confinement ainsi que les exigences de sûreté relatives aux phénomènes physiques limitatifs qui en découlent. Néanmoins, certaines exigences dérivant de l'application de ces principes (fusion au point chaud en catégorie 3, exigences applicables pour l'APRP et pour les accidents de réactivité...) seraient à discuter dans le cadre de l'examen d'une demande d'autorisation de création d'un réacteur ATMEA1.

Concernant le cumul des PCC avec le « manque de tension externe » (MDTE), l'approche retenue par le projet, bien que ne respectant pas strictement la pratique française mise en œuvre depuis la conception du palier N4, apparaît acceptable.

Les services de l'ASN notent que la société ATMEA a fait le choix de conception de ne pas prévoir de maintenance préventive en puissance sur les systèmes de sauvegarde à l'exception des systèmes RRI, SEC et des alimentations électriques de sauvegarde. Les services de l'ASN considèrent que, au-delà des options de sûreté, dans le cadre d'une éventuelle demande d'autorisation de création, le pétitionnaire devrait définir les règles régissant la latitude de réaliser une maintenance préventive rendant indisponible un train d'un système support redondant sur une courte durée dans un état où il est normalement requis.

### **5.2.2. Liste des situations PCC et des situations RRC-A**

L'approche de sûreté présentée par la société ATMEA pour l'établissement de la liste des conditions de fonctionnement de référence (PCC) et l'identification des situations correspondant à des défaillances multiples (RRC-A) n'appelle pas de réserve à ce stade.

### **5.2.3. Utilisation des calculs de conséquences radiologiques**

Les services de l'ASN considèrent que, au-delà des options de sûreté, dans le cadre d'une éventuelle demande d'autorisation de création, le pétitionnaire devra identifier pour les conditions de fonctionnement de référence conduisant aux conséquences radiologiques les plus élevées, les voies de rejets et d'exposition prépondérantes et étudier la possibilité de mettre en œuvre des dispositions diminuant la contribution de ces voies à la dose globale.

## **5.3. Agressions**

Pour ce qui concerne la prise en compte des agressions, les services de l'ASN notent que la liste des agressions internes et externes considérée par le projet est cohérente avec les préconisations des Directives techniques en référence [3].

### 5.3.1. Agressions internes

#### Ruptures de tuyauteries de haute énergie

Les services de l'ASN notent que la société ATMEA a prévu d'appliquer l'approche américaine. Si un réacteur ATMEA1 devait être construit en France, les services de l'ASN considèrent qu'il devra être conforme à l'approche de sûreté française, complétée par les préconisations des Directives techniques en référence [3], notamment :

- la valeur de découplage entre les grandes et les petites tuyauteries correspond à un diamètre nominal de 50 mm ;
- pour chaque local traversé par des tuyauteries de haute ou de moyenne énergie, le concepteur doit, lors de la conception détaillée, prendre en compte les effets pouvant résulter des défaillances localisées en des points choisis de façon à maximiser les conséquences induites par l'agression ;
- des ruptures longitudinales sont postulées sur les tuyauteries de diamètre nominal supérieur ou égal à 100 mm n'ayant pas de classement mécanique et n'étant pas conçues pour résister au séisme.

#### Incendie

En matière de protection contre les risques liés aux incendies, les dispositions de prévention des incendies prises par la société ATMEA au stade des options de sûreté apparaissent satisfaisantes. Les services de l'ASN soulignent qu'il convient d'attribuer à la ligne de défense constituée par la détection, la maîtrise et l'extinction des incendies, la même importance qu'aux lignes de défense constituées par la prévention des départs de feu et la protection des structures, des systèmes et des composants nécessaires pour rallier et maintenir un état d'arrêt sûr. Les services de l'ASN considèrent que la société ATMEA devra justifier du caractère suffisant des redondances des systèmes de détection et de lutte contre l'incendie.

Au-delà des options de sûreté, le pétitionnaire devra, lors d'une éventuelle demande d'autorisation de création:

- justifier que les quantités de matières radioactives ou toxiques susceptibles de se propager, lors d'un incendie, à l'extérieur des secteurs en feu ne sont pas de nature à porter atteinte au personnel de l'installation. Dans le cas contraire, la mise en place d'éléments de sectorisation présentant des niveaux d'étanchéité renforcés ou la mise en place de secteurs de confinement et de reprises des fuites des secteurs de feu, via une filtration dédiée, pourrait s'avérer nécessaire ;
- démontrer l'application des principes relatifs à la stabilité des structures en cas d'incendie mentionnés dans le dossier d'options de sûreté. Le cas échéant, le pétitionnaire devra justifier que les dispositions adoptées permettent d'éteindre le plus grand feu plausible susceptible de les affecter dans un délai compatible avec la tenue thermomécanique de ces structures ;
- justifier que, en application de la réglementation, les moyens de lutte contre l'incendie mis en place ne sont pas de nature à entraîner une perte du confinement des matières radioactives ou toxiques et ne peuvent pas conduire à un accident de criticité ;
- justifier, par le biais d'une analyse du risque lié à la foudre, la pertinence des dispositions retenues pour prévenir les incendies pouvant résulter des effets directs et indirects de la foudre et pour protéger les systèmes de transmission des informations de la détection d'incendie, de l'alarme et de l'alerte des équipes de secours.

## Explosions

En matière de protection contre les risques d'explosion, la démarche d'analyse retenue par la société ATMEA paraît couvrir l'ensemble des risques d'explosion interne. Les services de l'ASN attirent toutefois l'attention sur le fait qu'il existe des risques d'explosion non explicitement mentionnés : explosion de gaz inflammables à l'intérieur des équipements (liés par exemple à l'entrée d'air dans les équipements suite à une erreur de lignage), risques d'explosion liés à la présence d'équipements électriques (disjoncteurs à huile), qui devront également être examinés au stade de la conception détaillée. En particulier, le recours à des disjoncteurs secs, moins sujets au risque d'explosion que les disjoncteurs à huile, devrait également être envisagé.

Au-delà des options de sûreté, dans l'hypothèse d'une demande d'autorisation de création :

- les services de l'ASN considèrent que les dispositifs de surveillance des risques d'explosion (détecteurs de gaz notamment) devront être implantés dès lors qu'un risque d'explosion est identifié (fuite de gaz possible par exemple) ;
- le pétitionnaire devra définir les règles qu'il retient pour justifier l'efficacité du dimensionnement de la ventilation (notamment son taux de renouvellement et l'absence de création de zones mortes) des locaux à risque de dégagement d'hydrogène en fonction de l'ampleur potentielle des fuites dans les locaux ainsi que des exigences de disponibilité de la ventilation ;
- en ce qui concerne les équipements contenant des gaz inflammables situés dans des bâtiments hors de l'îlot nucléaire, et en particulier la salle des machines, le pétitionnaire devra présenter une étude démontrant qu'une explosion ou un incendie dans l'un de ces bâtiments, notamment après un séisme, n'est pas susceptible d'entraîner des conséquences inacceptables pour la sûreté ;
- le pétitionnaire devra présenter une étude détaillée des dispositions renforcées de prévention du risque d'explosion lié à la présence de tuyauteries véhiculant de l'hydrogène dans le bâtiment du combustible.

### **5.3.2. Agressions externes**

#### Séisme

En matière de protection contre les séismes, les services de l'ASN considèrent que le spectre sismique retenu pour le dimensionnement de l'installation est acceptable. Sa compatibilité avec le site retenu pour l'implantation du réacteur devra évidemment être confirmée lors d'une éventuelle demande d'autorisation de création.

En outre, les services de l'ASN notent qu'une étude des marges sismiques sera menée au stade de la conception détaillée ainsi qu'une démarche événementielle.

Par ailleurs, les services de l'ASN notent que le générateur d'ultime secours et sa réserve de gazole, le système EVU, ainsi que les éléments de sectorisation, le système de détection d'incendie et le système de lutte contre l'incendie protégeant les équipements importants pour la sûreté seront conçus pour pouvoir fonctionner après un séisme du niveau du séisme de dimensionnement.

Une résistance à un niveau de séisme plus important pourrait être nécessaire pour les équipements qui appartiendraient à un « noyau dur » défini au titre du retour d'expérience de l'accident de Fukushima.

### Inondation externe

Concernant la protection contre les inondations externes, les services de l'ASN considèrent satisfaisante la mise en œuvre du principe de la « protection volumétrique » déjà appliqué sur les centrales nucléaires françaises, qui implique des dispositions permettant d'éviter l'entrée d'eau dans les locaux contenant des équipements participant à l'accomplissement d'une fonction de sûreté grâce notamment à l'installation de portes et de trémies étanches à la périphérie des bâtiments concernés. La suffisance de la protection procurée devra être vérifiée une fois le site d'implantation identifié et en tenant compte du retour d'expérience de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi.

### Cumuls d'agressions

En matière de cumuls d'agressions externes et d'évènements internes ou d'agressions internes ou externes, les services de l'ASN considèrent que, au stade des options de sûreté, la démarche retenue par la société ATMEA pour traiter ces cumuls est globalement acceptable.

Les services de l'ASN estiment que, parmi ces cumuls, la concomitance d'un incendie avec une situation climatique de grand chaud ou un grand froid doit être considérée par la société ATMEA. La disponibilité des moyens de détection et de lutte contre l'incendie doit donc être assurée pour les conditions climatiques extrêmes considérées dans le dimensionnement (hors pics de moins de 2 heures).

Au-delà des options de sûreté, lors d'une éventuelle demande d'autorisation de création d'un réacteur ATMEA, le pétitionnaire devra prendre en compte, en cas de canicule, la perte du réseau électrique due à une surcharge ainsi que le risque d'étiage pour les sites situés en bord de rivière.

### **5.3.3. Objectifs de sûreté liés à la prise en compte de la chute d'avion**

L'évaluation menée a porté sur les options de sûreté<sup>4</sup> relatives à la chute d'un avion de l'aviation légère ou militaire ainsi que sur l'approche de sûreté retenue pour la chute d'un avion commercial. En particulier :

- pour ce qui concerne la chute d'un avion de l'aviation légère ou militaire, la société ATMEA se conforme aux Directives techniques en référence [3] ou à la RFS 1.2.a ;
- pour ce qui concerne la chute (intentionnelle) d'un avion commercial, les objectifs de sûreté retenus par la société ATMEA pour le réacteur ATMEA1 sont de :
  - conserver l'intégrité structurelle de l'enceinte de confinement, ainsi que du bâtiment du combustible et du bâtiment des auxiliaires de sauvegarde afin de disposer des équipements de sûreté nécessaires au passage et au maintien d'un arrêt sûr (dont les systèmes supports (source froide, alimentations électriques, moyens de commande...)) ;
  - s'assurer que le réacteur peut être amené et maintenu dans un état d'arrêt sûr et que le refroidissement de la piscine du combustible est assuré ;
  - s'assurer de l'absence d'incendie ou d'explosion résultant de l'introduction de kérosène dans l'enceinte de confinement ou le bâtiment du combustible ;
  - ne pas générer de rejets radioactifs conduisant à une exposition du public plus importante que celle tolérée pour des accidents sans fusion du cœur.

Les services de l'ASN estiment que ces objectifs de sûreté sont satisfaisants.

---

<sup>4</sup> La société ATMEA a indiqué que pour la station de pompage, le BAN et le BTE, le traitement de la chute d'avion interviendra à une phase ultérieure du projet. En matière de chute d'un avion de l'aviation légère ou militaire, la société ATMEA a cependant précisé qu'elle appliquera la RFS1.2.a et que, pour la chute d'un avion commercial, l'objectif est de ne pas générer de rejets radioactifs conduisant à une exposition du public plus importante que celle tolérée pour des accidents sans fusion du cœur.



De même, du point de vue du principe de la méthodologie de l'examen par la société ATMEA des effets induits par la chute d'avion, il n'a pas été identifié de manque dans la couverture des conséquences (par exemple les phénomènes d'impact, de vibrations, d'émission de projectiles secondaires, de chutes d'objet, d'explosions, d'incendie sont considérés) associées à la chute d'un avion, conséquences qui mériteront un traitement approprié au stade de la conception détaillée du réacteur ATMEA1.

Au-delà des options de sûreté, dans le cadre d'une éventuelle demande d'autorisation de création, le pétitionnaire devra, pour ce qui concerne la prise en compte de la chute d'avion :

- apporter les justifications appropriées de la bonne déclinaison des options de sûreté précitées, notamment afin de démontrer l'adéquation des dispositions retenues par rapport à l'ensemble des conséquences induites par une chute d'avion. Ceci inclut en particulier :
  - les hypothèses retenues quant à l'incendie (masses combustibles mises en jeu, durée...) et aux moyens d'extinction disponibles ;
  - la disponibilité et l'opérabilité d'une alimentation électrique de secours compte tenu de la zone susceptible d'être affectée par l'incendie (dont par la boule de feu) et l'explosion consécutifs à la chute d'un avion ;
- justifier l'étanchéité au carburant des portes, clapets ou autres ouvertures donnant sur l'extérieur des bâtiments à protéger d'un incendie consécutif à la chute d'un avion.

#### **5.4. Accidents graves et situations à « éliminer pratiquement »**

**Les services de l'ASN n'ont pas de remarque sur les dispositions retenues, à ce stade de définition du projet, en termes d'approche de sûreté pour le traitement des accidents graves.**

Néanmoins, au-delà des options de sûreté, le détail des dispositions permettant le bon déroulement de la séquence d'étalement et le refroidissement du corium en cas d'accident grave devra être fourni et analysé lors d'une éventuelle demande d'autorisation de création. De plus, à cette même échéance, les points suivants mériteront d'être approfondis :

- les services de l'ASN constatent que la société ATMEA a retenu l'option d'un puits de cuve sec en accident grave, ce qui est satisfaisant. Néanmoins, les services de l'ASN considèrent que, pour l'élimination pratique des phénomènes d'explosion de vapeur susceptibles de porter atteinte à l'enceinte de confinement, le pétitionnaire devra s'assurer que, pour tout type d'accident sollicitant l'aspersion dans l'enceinte, il n'est pas possible que de l'eau s'introduise dans le puits de cuve ;
- les services de l'ASN considèrent que, pour l'élimination pratique des risques de détonation d'hydrogène en accident grave, le pétitionnaire devra préciser les critères de rupture des disques de rupture et d'ouverture des volets (pression et température) utilisés pour homogénéiser l'atmosphère de l'enceinte et étudier l'effet de la prise en compte des différentes possibilités de fonctionnement de l'PEAS ;
- les services de l'ASN considèrent qu'une attention particulière devra être accordée aux situations à l'arrêt où le « tampon matériel » du bâtiment du réacteur est ouvert.

**Au titre de la déclinaison des options de sûreté, les services de l'ASN considèrent que la société ATMEA doit préciser les exigences de conception et d'exploitation et les critères de dimensionnement qu'elle associe à l'ensemble des dispositions intervenant dans le traitement des situations accidentelles qui conduiraient à des rejets précoces importants, situations à « éliminer pratiquement ».**

Les services de l'ASN considèrent que, au-delà des options de sûreté, dans le cadre d'une éventuelle demande d'autorisation de création, la conception et la qualification des dispositions visant à prévenir les situations de fusion du cœur avec contournement du confinement en cas de rupture de la barrière thermique d'une des pompes primaires devront être vérifiées.

### **5.5. Utilisation des études probabilistes de sûreté (EPS)**

Les services de l'ASN apprécient le développement d'une EPS de niveau 1 au stade des options de sûreté du réacteur ATMEA1, même si cette EPS ne traite qu'une liste réduite d'événements initiateurs d'origine interne permettant de disposer d'une première évaluation de la fréquence globale de fusion du cœur.

Le contour des EPS qui seront réalisées lors des phases ultérieures de la conception du réacteur ATMEA1 n'appelle pas de remarque de la part des services de l'ASN.

Les services de l'ASN notent également que les méthodes et les approches qu'il est prévu d'utiliser pour la réalisation de l'étude probabiliste de niveau 1 sont cohérentes avec la RFS 2002-01 publiée par l'ASN.

Les services de l'ASN insistent sur la nécessité de tenir compte, dans la liste des initiateurs, des possibles accidents de réactivité. L'examen de l'EPS de niveau 1 réalisée au stade des options de sûreté montre également que la société ATMEA a retenu l'hypothèse que les sources électriques externes et la source froide sont d'une fiabilité élevée. Les services de l'ASN soulignent que, dans le cadre d'une demande d'autorisation de création, dans le cas où les caractéristiques du site ne seraient pas cohérentes avec cette hypothèse, des dispositions supplémentaires pourraient s'avérer nécessaires.

**Enfin, les valeurs des fréquences de fusion du cœur en puissance et à l'arrêt présentées par la société ATMEA pour le réacteur ATMEA1 sont compatibles avec les valeurs repères indiquées dans les Directives techniques en référence [3].**

Au-delà des options de sûreté, lors d'une éventuelle demande d'autorisation de création :

- les données de fiabilité utilisées (notamment pour le DEA), certaines hypothèses relatives à la modélisation des défaillances de cause commune, du contrôle-commande, du facteur humain, devront être détaillées et justifiées ;
- la contribution de la maintenance préventive au risque de fusion du cœur devra également être quantifiée ;
- le pétitionnaire devra justifier la modélisation des brèches au niveau des joints des pompes primaires pour les séquences accidentelles conduisant à une perte totale de l'injection aux joints et du refroidissement de la barrière de refroidissement thermique des pompes primaires avec défaillance du DEA.

## **5.6. Classement des systèmes, structures et composants**

La démarche générale de classement des équipements apparaît acceptable. Toutefois, les services de l'ASN considèrent que les équipements mécaniques soumis à pression du système ASG doivent être de qualité équivalente au RCCM niveau 2.

Les services de l'ASN ont noté que la société ATMEA a identifié des équipements dont la défaillance pourrait conduire directement à une situation PCC3 ou PCC4 et a décidé de leur attribuer un classement de sûreté. Dans le cadre d'une demande d'autorisation de création, les services de l'ASN considèrent que la liste proposée devrait être confirmée par une revue systématique des systèmes considérés comme pouvant conduire à des PCC3 ou PCC4.

Concernant les équipements du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux, les services de l'ASN insistent sur l'importance de respecter les préconisations des Directives techniques (référence [3]) pour pouvoir exclure la rupture des tuyauteries du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux (notamment en termes de conception et de fabrication).

## **5.7. Conception des systèmes RIS, EAS, EVU et du DEA**

### **5.7.1. Système RIS**

Le système d'injection de sécurité (RIS) prévu pour le réacteur ATMEA1 comporte trois accumulateurs « avancés » et un seul étage d'injection à moyenne pression (ISMP) comprenant trois trains.

Il apparaît que l'absence d'une injection de sécurité à basse pression pourrait conduire à des difficultés pour le traitement de cas de brèche se produisant lors des états « RRA connecté », compte tenu du verrouillage mis en place sur l'ISMP dans le cadre de la protection du circuit primaire contre les surpressions à froid. La société ATMEA a cependant apporté des assurances raisonnables à ce stade du projet quant à la couverture des transitoires importants par le système RIS, sur la base d'évaluations réalisées conformément aux règles, méthodes et modèles employés pour le traitement des PCC.

Par ailleurs, les services de l'ASN considèrent que la société ATMEA a apporté des assurances raisonnables à ce stade du projet quant à la capacité des accumulateurs « avancés » du RIS à réduire les contraintes sur le temps de démarrage des pompes ISMP. Néanmoins des justifications complémentaires devront être fournies dans le cadre d'une éventuelle demande d'autorisation de création.

### **5.7.2. Système EAS**

Le système EAS, outre son rôle en condition accidentelle (aspersion dans l'enceinte), est également utilisé lors des périodes d'arrêt (en mode refroidissement du réacteur à l'arrêt RRA) et en secours de l'ISMP lors de situations RRC-A.

Le choix retenu par la société ATMEA de faire jouer par un même système des rôles distincts dans le cadre des situations PCC (aspersion dans l'enceinte, refroidissement à l'arrêt) et des situations RRC-A (secours de l'ISMP) rendra nécessaire, dans le cadre d'une éventuelle demande d'autorisation de création, un examen approfondi de la gestion par le système EAS, au-delà de sa fonction d'aspersion dans l'enceinte, des autres fonctions qu'il est prévu qu'il assure. Cet examen devra notamment justifier le bien-fondé et la pertinence des protections spécifiques permettant d'éviter des fonctionnements intempestifs du système EAS.

### **5.7.3. Système EVU**

Le système EVU constitue le système d'évacuation ultime de la chaleur de l'enceinte en condition accident grave. Dans le dossier initialement soumis par la société ATMEA, le système EVU comportait des équipements actifs redondants et des parties passives (tuyauteries et échangeurs) qui ne sont pas doublées. Compte tenu de la durée de fonctionnement attendue du système EVU lors d'une situation d'accident grave, une fuite sur un équipement passif de ce système ne peut être exclue sur le long terme. Lors de la réunion technique du 27 mai 2011, la société ATMEA s'est engagée à revoir la conception du système EVU afin de prendre en compte les potentialités de fuite sur les équipements passifs de ce système tout en considérant le maintien nécessaire de la fonction de refroidissement sur le long terme. La société ATMEA a depuis revu la conception de l'EVU et mis à jour en conséquence le dossier d'options de sûreté.

Les services de l'ASN considèrent que la conception dorénavant proposée pour la fonction de refroidissement du corium assurée par l'EVU est satisfaisante et devrait permettre une gestion satisfaisante d'une fuite sur une partie passive de ce système. En outre, les services de l'ASN soulignent les dispositions prévues pour la fiabilisation du décolmatage du puisard EVU.

Au-delà des options de sûreté et dans le cadre d'une éventuelle demande d'autorisation de création, le pétitionnaire devra examiner, indépendamment de toute considération probabiliste ou de non application de l'aggravant en situation d'accident grave, sous la forme d'un bilan des avantages et des inconvénients, la conception du noyage actif de l'EVU, en explorant notamment tous les moyens de pallier les éventuels désavantages d'un piquage d'arrivée de la ligne active en aval des vannes de noyage passif.

### **5.7.4. Dispositif d'étanchéité à l'arrêt (DEA)**

Le système d'étanchéité de la ligne d'arbre d'un GMPP est constitué de trois joints disposés en série et d'un dispositif d'étanchéité à l'arrêt conçu pour être étanche en cas de perte du débit d'injection RCV et du refroidissement de la barrière thermique par le RRI, notamment en cas de perte totale de alimentations électriques.

Les services de l'ASN considèrent que, au-delà des options de sûreté et dans le cadre d'une éventuelle demande d'autorisation de création, le pétitionnaire devra présenter un dossier concernant le DEA comportant notamment :

- le détail de sa conception et ses modes d'exploitation ;
- les justifications de sa qualification ;
- la justification de sa fiabilité au regard de son rôle pour la sûreté.

## **5.8. Sources froides et alimentations électriques**

### **5.8.1. Sources froides**

Pour ce qui concerne la source froide et les systèmes associés, le principe de diversification des sources froides UHS1 et UHS2 constitue un aspect positif du projet qui est conforme aux Directives techniques en référence [3]. De même, l'option de conception relative à l'indépendance et à la diversification du train X par rapport aux trois trains principaux, et notamment son refroidissement par la source froide diversifiée UHS2, est positive.

Les services de l'ASN soulignent néanmoins que, au stade d'une éventuelle demande d'autorisation de création, le caractère suffisant de la capacité thermique des trains principaux ainsi que de celle du train X devra être justifié pour tous les états de l'installation, y compris pour le cas accidentel le plus défavorable.

### **5.8.2. Alimentations électriques**

Pour ce qui concerne les alimentations électriques, les services de l'ASN notent que sera menée une recherche d'identification *a priori* des défaillances possibles de cause commune, en couvrant l'ensemble des risques encourus et des matériels concernés, y compris les tableaux électriques, afin de définir un niveau approprié de diversification des équipements dont le caractère suffisant sera ensuite vérifié par les études probabilistes.

A cet égard, les services de l'ASN notent que, pour limiter le risque de perte totale de la source froide principale ou celui de perte totale des alimentations électriques secourues, compte tenu en particulier du nombre de manœuvres à effectuer pour reconfigurer les systèmes en cas de défaillance des trains principaux, une solution permettant un secours rapide des équipements nécessaires au retour et au maintien à l'arrêt sûr grâce à des tableaux électriques distincts des tableaux électriques principaux sera étudiée par la société ATMEA.

Au stade des options de sûreté, les principes retenus pour traiter le retour d'expérience de l'incident de Forsmark n'appellent pas de remarque. Cependant, lors de la phase ultérieure d'examen détaillé des alimentations électriques, une attention particulière devra être portée :

- au risque potentiel de mode commun sur les sources ondulées (avec ou sans perturbation du réseau) ;
- à l'autonomie des groupes électrogènes par rapport à leur contrôle commande de démarrage et de couplage sur les tableaux secourus ;
- à la robustesse de la distribution électrique classée de sûreté, vis-à-vis de transitoires électriques affectant soit le réseau externe, soit les parties non classées du réseau interne.

## **5.9. Enceinte de confinement**

### **5.9.1. Conclusions de l'analyse (hors chute d'avion)**

Les services de l'ASN considèrent que les principes de conception et de dimensionnement retenus par la société ATMEA pour l'enceinte de confinement (constituée d'un bâtiment en béton précontraint à simple paroi recouverte intérieurement d'une peau métallique qui assure une fonction d'étanchéité) sont acceptables, sous réserve des commentaires figurant au chapitre 5.9.2 (chute d'avion).

Dans le cadre d'un dossier de demande d'autorisation de création, les sujets suivants devront faire l'objet d'un examen détaillé :

- le caractère enveloppe des transitoires considérés pour le dimensionnement de l'enceinte ;
- le dimensionnement des différents ouvrages de génie civil et notamment celui du radier et celui de la peau métallique ;
- la prévention du vieillissement et de la dégradation des performances des ouvrages de génie civil et les modalités de surveillance associées ;
- l'interaction entre méthode de réalisation et propriétés physiques et de déformabilité des matériaux (béton et peau d'étanchéité).

De plus, au-delà des options de sûreté et dans le cadre d'une éventuelle demande d'autorisation de création, le pétitionnaire devra présenter le dossier de dimensionnement du radier de l'îlot nucléaire et de la peau métallique qui lui est associée, des bâtiments de l'îlot nucléaire BAS et BK, et justifier d'une part le respect des critères de dimensionnement, d'autre part le respect des exigences associées au confinement.

### 5.9.2. Prise en compte de l'impact de la chute d'un avion

Les objectifs de sûreté retenus par la société ATMEA pour le réacteur ATMEA1 ont été jugés satisfaisants (voir paragraphe 5.3.3), y compris ceux applicables au bâtiment du réacteur. Quelques aspects de la conception du réacteur ATMEA1 ont fait l'objet d'une première analyse sur la base de calculs réalisés par l'IRSN en considérant plusieurs cas de charge (plusieurs types d'avions, vitesses et points d'impact). Les points ci-dessous constituent donc des indications sur la faisabilité d'une bonne déclinaison des options de sûreté :

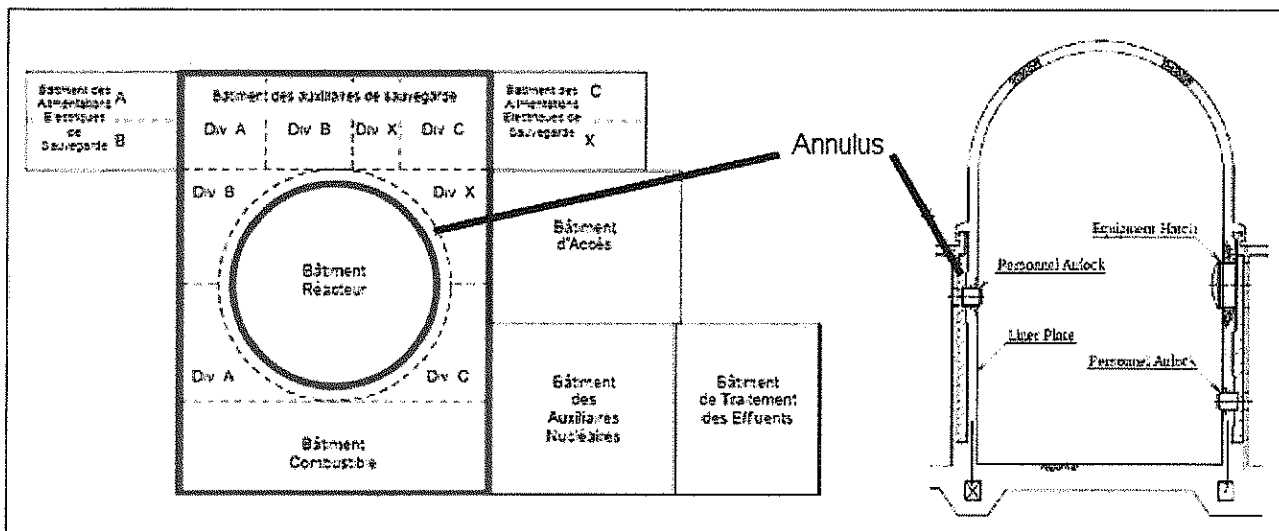
- le comportement mécanique de l'enceinte de confinement en cas d'impact d'un avion apparaît compatible avec le maintien de l'intégrité de la paroi de l'enceinte ;
- les risques induits par un écaillage dû à l'impact d'un avion, en considérant notamment la présence d'une peau d'étanchéité (liner) et l'épaisseur de la paroi, sont très peu probables.

Ces indications, favorables, devront être confortées au stade de l'éventuelle demande d'autorisation de création d'un réacteur ATMEA1 afin de statuer sur le caractère acceptable de la conception proposée par la société ATMEA, notamment au regard des autres effets induits par la chute d'un avion (vibration, projectiles secondaires, chutes d'objets ...) et du référentiel de menace en vigueur à cette date.

## 5.10. Confinement des bâtiments

### 5.10.1. Dispositif de fermeture de l'annulus

Au niveau du toit des bâtiments périphériques de l'enceinte de confinement situés sur le radier principal (bâtiment des auxiliaires de sauvegarde, bâtiment combustible), un joint unique en résine de silicone et de fibre de verre permet la fermeture de l'annulus afin de maintenir l'étanchéité de la zone « annulus » en fonctionnement normal et accidentel.



Pour ce qui concerne le confinement des bâtiments, les services de l'ASN soulignent que :

- ce dispositif de fermeture de l'annulus, qui repose sur l'étanchéité d'un joint unique, mérite d'être conforté en termes de robustesse ;
- la société ATMEA devra préciser le mode de contrôle mis en œuvre pour en vérifier les performances de façon à identifier, en situation normale, toute dégradation qui nuirait à ses performances en situation accidentelle ou d'accident grave.

**Les services de l'ASN insistent sur l'importance d'obtenir des justifications convaincantes de l'efficacité et de la robustesse du joint de l'annulus**, sur lequel reposerait la collecte des fuites à l'extérieur de l'enceinte de confinement en cas d'accident ou d'agression, notamment en termes de résistance aux surpressions et aux déplacements relatifs des structures. Il en va de même des justifications relatives à la protection de ce joint contre les agressions.

Au-delà des options de sûreté, dans le cadre d'une éventuelle demande d'autorisation de création :

- le pétitionnaire devra justifier que les dispositions prises en termes de contrôles permettront de vérifier tout au long de l'exploitation du réacteur le respect de l'hypothèse de conception supposant l'absence de fuite de l'enceinte de confinement au-dessus de l'annulus en situation accidentelle ;
- les points suivants, relatifs à la conception du dispositif de fermeture de l'espace annulaire, devront être détaillés:
  - ses différents composants et les exigences respectives associées ;
  - les agressions et charges auxquelles il est soumis ;
  - la vérification de la résistance aux sollicitations des éléments structuraux qui le soutiennent et le protègent ;
  - le processus de qualification de ces composants en termes de comportement (résistance, déformation, étanchéité) et de vieillissement ;
  - le programme de surveillance et de maintenance durant la vie de l'installation ;
  - les modes opératoires de réparation et de changement des composants qui le constituent.

### **5.10.2. Bâtiment du combustible**

Dans le bâtiment du combustible, seules les fuites des vannes d'isolement de l'enceinte placées sur des traversées dites « sensibles », sont collectées et filtrées. Au-delà des options de sûreté, dans le cadre d'une demande d'autorisation de création, les services de l'ASN considèrent que les fuites qui ne seraient pas collectées et filtrées devront faire l'objet d'un examen approfondi.

Pour ce qui concerne la chute d'un avion de l'aviation légère ou militaire ainsi que pour l'approche de sûreté retenue pour la chute d'un avion commercial, les objectifs de sûreté retenus par la société ATMEA pour le réacteur ATMEA1 ont été jugés satisfaisants (voir rappelés au paragraphe 5.3.3), y compris ceux applicable au bâtiment du combustible et à la piscine d'entreposage du combustible.

De plus, il a été mené une première analyse relative au risque d'écaillage en considérant plusieurs cas de charge (plusieurs types d'avions à considérer en France) et plusieurs formules mathématiques empiriques estimant l'épaisseur de béton permettant d'éviter l'écaillage. Il apparaît que le risque d'écaillage des façades du bâtiment du combustible est très peu probable pour certains cas de charge mais ne peut pas être exclu pour l'ensemble des cas des charges lorsque l'ensemble des formules mathématiques empiriques sont utilisées. La société ATMEA devra justifier l'absence d'un revêtement interne et, le cas échéant, proposer des dispositions complémentaires destinées à prévenir l'émission d'éclats ou de poussières dans ce bâtiment ainsi que l'introduction de carburant.

### **5.10.3. Bâtiment des auxiliaires de sauvegarde**

Les services de l'ASN considèrent que l'éventualité d'une brèche sur le système RRA hors du bâtiment du réacteur nécessite de prévoir des mesures de confinement adaptées. En particulier, les locaux où surviendrait la rupture devraient en principe être dimensionnés à la pression pouvant alors être atteinte compte tenu des exutoires éventuellement prévus.

En tout état de cause, les rejets possibles de produits radioactifs dans l'atmosphère devraient être limités et contrôlés, conformément aux Directives techniques (référence [3]), grâce à un exutoire ainsi que des moyens adéquats pour restaurer l'étanchéité du bâtiment des auxiliaires de sauvegarde, définis en appliquant les règles associées à leur participation à la démonstration de sûreté. Les services de l'ASN insistent sur le fait que des moyens fiables doivent être mis en place afin de détecter et isoler le plus rapidement possible une brèche et que les conséquences induites par la brèche ne devraient pas porter préjudice aux autres équipements ou locaux du bâtiment des auxiliaires de sauvegarde. La société ATMEA s'est engagée sur les points mentionnés ci-dessus.

### **5.11. Manutention et entreposage du combustible nucléaire**

Pour ce qui concerne la manutention et l'entreposage du combustible, les services de l'ASN soulignent la démarche mise en œuvre par la société ATMEA qui consiste à bien distinguer et spécifier les options de sûreté relatives à la manutention du combustible, d'une part, et à l'entreposage, d'autre part, puis à décliner une approche logique couvrant :

- les PCC ;
- les RRC-A ;
- les accidents conduisant à une ébullition de l'eau de la piscine de désactivation ;
- les situations « pratiquement éliminées ».

Cette approche ajoute à l'approche préconisée par les Directives techniques (référence [3]) une catégorie d'accidents, à savoir ceux qui peuvent conduire à une ébullition de l'eau de la piscine de désactivation. Les services de l'ASN estiment important que, au-delà de l'étude des situations RRC-A et en cas de défaillance des systèmes limitant les conséquences de ces dernières, la société ATMEA justifie le caractère suffisant des dispositions prévues pour faire face à une ébullition dans la piscine.

Concernant les conditions PCC associées à la manutention et à l'entreposage du combustible, les services de l'ASN ont apprécié l'engagement pris dans le dossier d'options de sûreté de réaliser une étude de ces situations, avec des hypothèses réalistes, en prenant en compte le cumul de la perte des alimentations électriques externes et d'un aggravant unique, afin de démontrer la robustesse de l'installation.

Concernant l'« élimination pratique » de la fusion du combustible dans la piscine de désactivation, les services de l'ASN ont noté que le moyen prévu pour compenser l'évaporation de l'eau de la piscine de désactivation en cas de perte totale de son refroidissement sera dimensionné au séisme. Le niveau de séisme retenu devra prendre en compte l'appartenance éventuelle de ce moyen d'appoint au « noyau dur » d'équipements mentionné au chapitre 3.2.3 du présent rapport.

En outre, les services de l'ASN ont noté dans le dossier d'options de sûreté que les initiateurs pouvant conduire à une vidange de la piscine de désactivation seraient traités ou exclus par des dispositions appropriées.



Au-delà des options de sûreté, dans le cadre d'une éventuelle demande d'autorisation de création :

- le pétitionnaire devrait justifier que toute opération de manutention pouvant conduire à l'endommagement d'assemblages de combustible irradiés ou issus d'un retraitement, dont notamment les manutentions non couvertes par la réglementation relative au transport de matières radioactives, aura lieu dans un bâtiment confiné ;
- si la capacité de levage du pont auxiliaire du bâtiment du combustible est telle qu'elle pourrait conduire, en cas de chute de charge, à un risque d'ébranlement des structures soutenant la piscine de désactivation, le pétitionnaire devra prévoir des dispositions permettant l'élimination pratique de ce risque (découplage des ouvrages de génie civil des zones de levage et d'entreposage, emploi de matériaux amortisseurs dans les dalles situées sous les zones de manutention ...);
- le pétitionnaire devrait définir les principales options de conception des systèmes supports du circuit de refroidissement de la piscine de désactivation et des systèmes assurant le confinement du bâtiment du combustible permettant d'assurer la disponibilité de ceux-ci lorsque le combustible est complètement déchargé de la cuve, compte tenu des opérations de maintenance à réaliser.

### **5.12. Contrôle-commande**

Les services de l'ASN notent que l'architecture du contrôle-commande respecte les principes de défense en profondeur et de diversité.

L'architecture retenue pour le contrôle commande est fondée sur une séparation en systèmes de contrôle-commande de classe F1 et de classe non F1. Les services de l'ASN notent qu'un classement en F1 des équipements qui auraient pu être, selon l'approche française actuelle, classés en F1B, est acceptable à condition que les exigences appliquées correspondent à celles adoptées en France pour les équipements F1A.

Les services de l'ASN soulignent en outre que, à la lumière des pratiques françaises actuelles, la seule conformité aux normes IEEE n'apparaîtrait pas suffisante pour accepter le contrôle-commande du réacteur ATMEA1 en France.

Les services de l'ASN n'ont pas d'objection de principe concernant la composition des systèmes et sous-systèmes et leurs interconnexions aux différents niveaux de l'architecture du contrôle-commande. Les services de l'ASN considèrent néanmoins que, au-delà des options de sûreté et au stade de la demande éventuelle d'autorisation de création, la structure des liaisons entre des parties de classements différents devra, quel que soit leur type (fil à fil ou autre), faire l'objet d'un examen par rapport aux possibles conséquences d'un défaut descendant ou ascendant.

### **5.13. Facteurs organisationnels et humains**

L'approche présentée par la société ATMEA pour la définition du périmètre du programme d'ingénierie des facteurs humains n'appelle pas, à ce stade, d'observation.

### **5.14. Radioprotection**

Les services de l'ASN considèrent que, même si l'approche présentée par la société ATMEA pour la radioprotection des travailleurs est satisfaisante, l'objectif de dose collective visé au stade de la conception détaillée devra être en progrès par rapport au meilleur retour d'expérience d'exploitation constaté en France.

A cet égard, les services de l'ASN considèrent que la démarche d'optimisation des doses retenue par la société ATMEA devra être poursuivie afin d'aboutir, lors d'une éventuelle demande d'autorisation de création, à des objectifs de radioprotection plus ambitieux que ceux actuellement présentés<sup>5</sup>.

Les services de l'ASN considèrent que, au-delà des options de sûreté et dans le cadre d'une éventuelle demande d'autorisation de création, une évaluation prévisionnelle dosimétrique optimisée devrait être présentée par le pétitionnaire pour les opérations d'exploitation normale (réacteur fonctionnant en puissance et réacteur à l'arrêt) ainsi que pour les activités peu fréquentes les plus « dosantes ».

Enfin, les services de l'ASN soulignent que, pour l'élaboration d'une demande d'autorisation de création, la société ATMEA devra prendre en compte les publications les plus récentes de la CIPR (notamment CIPR 103).

### **5.15. Déchets nucléaires et effluents radioactifs**

Pour ce qui concerne la gestion des déchets, les services de l'ASN reconnaissent qu'elle dépendra fortement de la réglementation en vigueur et des pratiques du pays d'implantation d'un réacteur ATMEA. La société ATMEA devra donc explorer, en concertation avec d'éventuels futurs exploitants et en tenant compte de leur expérience d'exploitation, les voies d'optimisation du volume et de l'activité des effluents, ainsi que du volume et de l'activité des déchets.

A cet effet, une attention particulière devra être portée au conditionnement chimique du circuit primaire, au choix des matériaux des composants et équipements du CPP et des CSP ainsi qu'à la politique de gestion des effluents liquides et gazeux.

Les services de l'ASN considèrent que, au-delà des options de sûreté et dans le cadre de la conception détaillée, le pétitionnaire devra présenter, eu égard notamment aux volumes et aux activités associées des différents types de déchets, les principes de sûreté et les bases de conception retenus pour la réalisation du bâtiment de traitement des effluents (BTE).

### **5.16. Vieillessement / démantèlement**

Les éléments du dossier d'options de sûreté concernant la prise en compte des aspects liés au vieillissement et des aspects liés au démantèlement n'appellent pas de remarque particulière de la part des services de l'ASN.

### **5.17. Prise en compte du retour d'expérience**

Les principes adoptés par la société ATMEA pour la prise en compte de l'expérience d'exploitation mondiale n'appellent pas d'observation des services de l'ASN.

Le cas particulier du retour d'expérience issu de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi (Japon) fait l'objet du chapitre 5.18 ci-dessous.

---

<sup>5</sup> Pour mémoire, tant pour les réacteurs de Flamanville 3 que Penly 3, l'objectif de dose collective annuelle actuellement affiché par l'exploitant est de 0,35 HSv/an. L'objectif de 0,5 HSv/an initialement retenu par l'exploitant n'avait pas été jugé satisfaisant par l'ASN.

## **5.18. Premier retour d'expérience de l'accident survenu à la centrale nucléaire japonaise de Fukushima Daiichi sur la conception d'ATMEA1**

L'examen des options de sûreté du réacteur ATMEA1 au regard des premiers enseignements tirés de l'accident survenu en mars 2011 à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi a été réalisé selon les modalités décrites au chapitre 3.2.3 du présent rapport.

### *Généralités*

Au-delà de la conformité aux textes réglementaires et para-réglementaires et aux Directives techniques en référence [3], les services de l'ASN notent la démarche mise en place par la société ATMEA pour intégrer un premier retour d'expérience l'accident de Fukushima.

A la suite de l'accident survenu en 2011 sur la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi, et à l'instar des principes retenus pour les centrales nucléaires françaises en exploitation, **les services de l'ASN considèrent nécessaire que la société ATMEA définisse, comme elle s'y est engagée, un « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles permettant de maîtriser les fonctions fondamentales de sûreté dans des situations extrêmes (cumul de phénomènes naturels d'ampleur exceptionnelle, perte prolongée des sources électriques ou du refroidissement).**

Compte tenu des similitudes avec des réacteurs en exploitation ou en construction, tout en reconnaissant les limites actuelles liées à l'absence de connaissance du site où serait implanté le réacteur, à une conception détaillée insuffisamment avancée et à des modalités d'organisation de l'exploitation et d'exploitation du réacteur encore inconnues, **les services de l'ASN estiment nécessaire que la société ATMEA tire les enseignements appropriés, tant en termes d'options de sûreté que de conception détaillée, des décisions de l'ASN concernant les réacteurs en exploitation ou en construction prises à la suite des évaluations complémentaires de sûreté menées en 2011, ce qu'elle s'est engagée à faire.**

### *Points particuliers de conception du réacteur ATMEA1*

Les services de l'ASN considèrent que la protection contre les agressions externes de la source froide diversifiée et du groupe d'ultime secours constitue une option de conception acceptable. A cet égard, les principes de la démarche de classement sismique de la source froide UHS2 et de son éventuel système d'appoint sont satisfaisants. Dans le cadre d'une éventuelle demande d'autorisation de création, le pétitionnaire justifiera, en fonction du site et des combinaisons d'aléas retenus, le classement sismique éventuel de la source UHS2, et le cas échéant de son système d'appoint.

Les services de l'ASN considèrent que la société ATMEA devrait approfondir le traitement des situations de perte d'intégrité du circuit de refroidissement de la piscine de désactivation (PTR) ainsi que ses réflexions sur les modalités permettant de disposer d'un appoint efficace pour le refroidissement des assemblages entreposés compte tenu des conditions d'ambiance associées.

Enfin, les services de l'ASN ont noté les points suivants dans le dossier d'options de sûreté :

- l'étude prévue par la société ATMEA concernant la faisabilité de l'ajout, à la conception, d'un système d'éventage du bâtiment du réacteur ATMEA en condition accidentelle, si un tel système s'avérait nécessaire au titre d'une robustesse accrue ;

- l'étude prévue par la société ATMEA de la possibilité d'offrir la capacité, à l'instar de ce qui est possible sur les réacteurs actuellement exploités en France, d'une réinjection des effluents radioactifs dans l'enceinte de confinement en situation accidentelle et la généralisation éventuelle de ce concept aux situations d'accident grave.

Au stade d'une éventuelle demande d'autorisation de création et malgré toutes les mesures adoptées pour la gestion d'un accident grave, l'intérêt de la mise en place dès la conception d'une barrière suffisamment étanche dans le sol, à la périphérie du bâtiment du réacteur ou de l'îlot nucléaire, pour retarder le transfert des éventuels éléments radioactifs vers la nappe phréatique, devrait être évalué.

## **6. OBJECTIFS DE SURETE FIXES PAR WENRA POUR LES NOUVEAUX REACTEURS**

Les sept objectifs de sûreté pour les nouveaux réacteurs publiés par l'association WENRA – objectifs que l'ASN soutient – ont été fixés fin 2010 (disponibles sur <http://www.wenra.org>) et n'apparaissent donc pas dans le cadre de l'examen technique des options de sûreté du réacteur ATMEA1.

**Les services de l'ASN n'ont pas identifié, au stade des options de sûreté, d'incompatibilités entre les options de sûreté du réacteur ATMEA1 et les objectifs de sûreté fixés par WENRA.** Cependant, cela méritera d'être confirmé au stade d'une éventuelle demande d'autorisation de création car, à ce jour :

- le site d'implantation du réacteur est inconnu, ce qui implique que l'ampleur des risques externes (tant naturels qu'humains), l'environnement démographique et naturel (en lien avec les possibilités de contre-mesures efficaces) sont inconnus ;
- l'exploitant et la conception détaillée de l'installation sont encore inconnus.

Enfin, pour ce qui concerne l'objectif O6 (radioprotection et gestion des déchets), les services de l'ASN ont formulé des remarques dans le présent rapport (voir 5.14 et 5.15), remarques appelant des réponses non pas au stade des options de sûreté mais lors d'une éventuelle demande d'autorisation de création d'un réacteur ATMEA1 .

## **7. AVIS D'ENSEMBLE DES SERVICES DE L'ASN**

Les principales conclusions de l'examen des options de sûreté du réacteur ATMEA1 sont résumées ci-dessous (et apparaissent de manière plus détaillée au chapitre 5 du présent rapport). Elles résultent essentiellement des avis émis par le GPESPN et le GPR (références [12] et [13]).

Les services de l'ASN notent que les objectifs de sûreté retenus par le projet ATMEA qui comprennent cinq axes principaux :

- 1) prise en compte du retour d'expérience des réacteurs à eau sous pression en incluant l'utilisation de technologies et de méthodes correspondant à l'état de l'art ;
- 2) radioprotection des travailleurs et du public en fonctionnement normal dans tous les états de fonctionnement ;
- 3) prévention accrue des accidents ;
- 4) prévention accrue des risques de fusion du cœur ;
- 5) prise en compte des accidents avec fusion du cœur ;

sont cohérents avec les Directives techniques en référence [3]. **Plus généralement, les services de l'ASN considèrent que la prise en compte des Directives techniques précitées dans les options de sûreté du réacteur ATMEA1 est globalement satisfaisante.**

A ce stade du projet (pas de conception détaillée, pas de connaissance du site, couverture par les directives techniques), l'instruction technique n'a pas identifié d'incompatibilité notable avec les exigences réglementaires ou para-réglementaires.

Les services de l'ASN constatent que certaines questions soulevées lors de l'examen des options de sûreté ne pourront être traitées qu'ultérieurement, au stade d'une demande d'autorisation de création voire lors de la conception détaillée de l'installation. Les services de l'ASN soulignent que, eu égard notamment aux innovations que comporte la conception envisagée pour le réacteur ATMEA1, une collaboration étroite devra s'établir entre le concepteur et le futur exploitant pour traiter ces questions de façon satisfaisante.

**Les services de l'ASN estiment que les options de sûreté développées par la société ATMEA et précisées dans le dossier d'options de sûreté actualisé, transmis le 27 octobre 2011, sont globalement satisfaisantes. Les services de l'ASN soulignent néanmoins que quelques dispositions, pour respecter la pratique française, pourraient conduire à des modifications de la conception ou de la réalisation dans le cas où la construction d'un tel réacteur serait envisagée en France.**

**En ce qui concerne les options de conception des principaux équipements sous pression nucléaires (ESPN), les services de l'ASN considèrent que les études de pré-dimensionnement et les options de conception retenues par la société 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.** Ils notent cependant que les études préliminaires de conception réalisées par la société ATMEA devront être complétées à un stade ultérieur du projet afin d'apporter toutes les garanties concernant la qualité de conception des équipements du réacteur ATMEA1. Par ailleurs, si un réacteur de ce type était construit en France, les fabricants d'équipements devraient analyser le référentiel de conception utilisé par la société ATMEA au regard des exigences réglementaires en vigueur.

## 8. REFERENCES

- [1] Loi n°2006-686 du 13 juin 2006 modifiée relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire
- [2] Décret n°2007-1557 du 2 novembre 2007 modifié
- [3] Les directives techniques pour la conception et la construction de la nouvelle génération de tranches à eau sous pression (adoptées pendant les réunions plénières du groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaire (France) et les experts allemands les 19 et 26 octobre 2000 puis publiées par l'ASN en 2004)
- [4] Lettre ATMEA D-GE-09-0132 transmise le 3 juillet 2009
- [5] Lettre ASN-DEP-DCN-645-2009 du 22 septembre 2009 relative à l'applicabilité de certaines règles fondamentales de sûreté précisant les textes réglementaires et para-réglementaires en vigueur pour l'examen des options de sûreté du réacteur ATMEA1
- [6] Lettre ASN-DEP-DCN-0685-2009 du 5 octobre 2009 transmettant certaines règles fondamentales de sûreté
- [7] Avis IRSN/DIR/2010/ATMEA/L1 du 19 novembre 2010
- [8] Lettre ASN-CODEP-DCN-2010-065219 du 6 décembre 2010 – Conclusions de la phase 1 de l'instruction des options de sûreté du réacteur ATMEA1
- [9] Lettre ASN-CODEP-DCN-2011-020266 du 22 avril 2011 – Saisine du GPR sur les options de sûreté du réacteur ATMEA1
- [10] Lettre ASN-CODEP-DEP-2011-039471 du 26 juillet 2011 – Saisine du GPESPN sur les options de conception des ESPN du réacteur ATMEA1
- [11] Rapport ASN-CODEP-DEP-2011-044268 relatif à l'analyse des options de conception des équipements sous pression nucléaires du CPP et des CSP du réacteur ATMEA1<sup>TM</sup> au regard des exigences techniques de l'annexe 1 de l'arrêté du 12 décembre 2005 relatif aux ESPN – Rapport présenté à la réunion du 14 septembre 2011 du GPESPN
- [12] Lettre ASN-CODEP-MEA-2011-053303 du 20 septembre 2011- Avis du Groupe permanent « Équipements sous pression nucléaires » du 14 septembre 2011- ATMEA1<sup>TM</sup> -Examen des options de conception des équipements sous pression nucléaire du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux
- [13] Lettre ASN-CODEP-MEA-2011- 063143 du 18 novembre 2011- Avis du GPR du 28 octobre 2011
- [14] Rapport IRSN/DAI/DDI n°109 Examen des options de sûreté du réacteur ATMEA1<sup>TM</sup> – Compilation des préconisations
- [15] Lettre ATMEA P-11-0090 du 29 novembre 2011 récapitulant les versions des documents constituant la version finale du Rapport d'options de sûreté dans sa version finale

## 9. GLOSSAIRE

AIEA	Agence Internationale de l'Energie Atomique
ALARA	Aussi bas qu'il est raisonnablement possible (As Low As Reasonably Achievable)
ANSI	American National Standard Institute
APRP	Accident de perte de réfrigérant primaire
ASG	Système d'alimentation de secours des générateurs de vapeur
ASME	American Society of Mechanical Engineering
BAS	Bâtiment des auxiliaires de sauvegarde
BK	Bâtiment combustible
BR	Bâtiment du réacteur
BTE	Bâtiment de traitement des effluents
CIPR	Commission Internationale de Protection Radiologique
CSFRF	Conceptual Safety Features Review File
DEA	Dispositif d'étanchéité à l'arrêt
EAS	Système d'aspersion enceinte et de refroidissement du réacteur à l'arrêt
ECS	Evaluation complémentaire de sûreté
EPR	European Pressurized Water Reactor
EPS	Etude probabiliste de sûreté
ESPN	Equipements sous pression nucléaires
EVU	Système d'évacuation ultime de la chaleur de l'enceinte de confinement
FIN	Final
GMPP	Groupe motopompe primaire
GP-ESPN	Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires
GPR	Groupe permanent d'experts pour les réacteurs
GV	Générateur de vapeur
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
INB	Installation nucléaire de base
IRSN	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
IRWST	In Containment Water Refueling Tank
ISBP	Injection de sécurité basse pression
ISMP	Injection de sécurité moyenne pression
MDTE	Manque de tension externe
MHI	Mitsubishi Heavy Industries
MOX	Combustible à base d'oxydes mixtes
NRC	Nuclear Regulatory Commission
NUREG	US NRC technical report designation
PCC	Catégorie de condition de fonctionnement
PTR	Système de traitement et de refroidissement de l'eau des piscines
RBS	Système de borication de sécurité
RCML	Système de surveillance et de contrôle du réacteur
RCV	Système de contrôle volumétrique et chimique

REP	Réacteur à eau pressurisée
REX	Retour d'expérience
RFS	Règle fondamentale de sûreté
RFTC	Rapport de flux thermique critique
RG	Regulatory Guide (de l'US NRC)
RIC	Instrumentation incore
RIS	Système d'injection de sécurité
RRA	Refroidissement à l'arrêt
RRC	Séquence de réduction du risque (Risk Reduction Category)
RRC-A	Séquences correspondant à des défaillances multiples
RRC-B	Séquences de fusion du coeur
RRI	Circuit de refroidissement intermédiaire de l'îlot nucléaire
SEC	Circuit d'eau brute secourue
TRIC	Thermocouples coeur
UHS 1	Source froide ultime principale (Ultimate Heat Sink)
UHS 2	Source froide ultime diversifiée
VDA	Circuit de décharge à l'atmosphère
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association



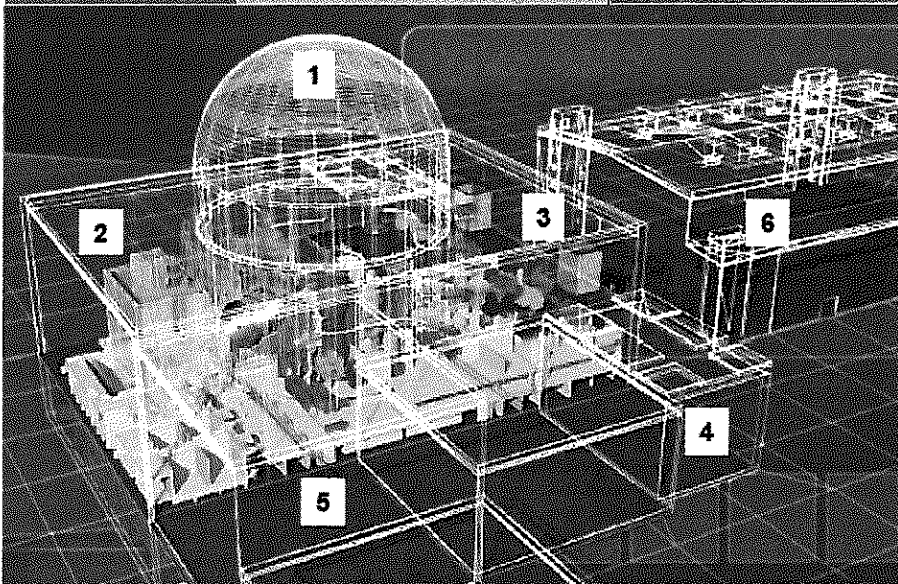
## ANNEXE 1 DU RAPPORT CODEP-DCN-2011-070548 PRESENTATION SUCCINCTE DU REACTEUR ATMEA1

Les informations ci-dessous résument certaines caractéristiques du réacteur ATMEA1 telles qu'avancées par le société ATMEA. Il s'agit d'un réacteur à eau sous pression à 3 boucles. La société ATMEA a retenu 5 axes principaux pour les objectifs de sûreté pour le réacteur ATMEA1:

1. prise en compte du retour d'expérience des réacteurs à eau sous pression en incluant l'utilisation de technologies et de méthodes correspondant à l'état de l'art ;
2. prévention accrue des accidents ;
3. amélioration du traitement des accidents ne conduisant pas à la fusion du cœur ;
4. prise en compte des accidents avec fusion du cœur ;
5. protection des travailleurs et du public en fonctionnement normal dans tous les états de fonctionnement.

Type de réacteur	<b>REP 3 boucles</b>	Systèmes de sûreté	<b>3 trains, Systèmes actifs fiables avec accumulateurs avancés</b>
Puissance électrique	<b>1000 – 1150 MWe (Net)</b>		
Coeur	<b>157 Assemblages – 4200mm long</b>	Enceinte de confinement en béton précontraint	<b>Résiste à la chute d'avion</b>
Pression vapeur	<b>Supérieure à 7 Mpa</b>	Contrôle-commande	<b>Entièrement digital</b>



1. **Bâtiment réacteur**
2. **Bâtiment combustible**
3. **Bâtiments des auxiliaires de sauvegarde**
4. **Bâtiments des sources électriques de secours**
5. **Bâtiments des auxiliaires nucléaires**
6. **Bâtiment turbine**

<b>ATMEA1™</b>	
Puissance thermique	3150 MWth
Puissance électrique	1000 – 1150 MWe (Net)
Durée de vie de conception	60 ans
Niveau sismique	0.3g spectre NRC
<b>Flexibilité</b>	
Durée de cycle	12 à 24 mois
Chargement en MOX	Disponible pour 0 – 33% MOX (jusqu'à 100% possible)
Arrêt de tranche	Moins de 16 jours pour un arrêt pour rechargement normal
Disponibilité	Au-delà de 92% sur la durée de vie
Suivi de charge	Entre 100 – 25% de puissance avec 1 – 3 %/min. Retour à 100% de puissance sans préavis avec 5%/min, sur 80% de la durée du cycle
Contrôle de fréquence	Réglables de fréquence (100-85%) sur 100% du cycle
Réduction rapide de puissance	Ilotage depuis 100% puissance
Fréquence du réseau	50Hz / 60Hz
Condition de réseau dégradée	Passage en ilotage en cas de déviation importante de la tension/fréquence. Accepte une perte de réseau externe <1 sec sans arrêt d'urgence

La chaudière nucléaire comporte trois boucles primaires et un cœur composé de 157 assemblages comme pour les paliers CPY (900 MWe) du parc français. En revanche, par rapport à ces derniers, la hauteur active du crayon combustible est accrue pour obtenir une puissance thermique du cœur plus élevée tout en limitant le niveau de puissance linéique moyenne. Un réflecteur lourd, constitué de 12 plaques forgées en acier inoxydables, enveloppe le cœur.

<b>Caractéristiques du cœur</b>		
Hauteur active du cœur	4200 mm	Identique à l'EPR et à l'US-APWR
Géométrie des assemblages combustibles	17x17	Identique à celle des assemblages utilisés dans les réacteurs en fonctionnement
Nombre d'assemblages combustibles	157	Identique au nombre d'assemblages des réacteurs à 3 boucles d'AREVA et de MHI
Enrichissement	< 5.0 wt%	Identique aux réacteurs en fonctionnement
Epuisement max. du combustible	62GWdt	Epuisement max. possible avec un taux d'enrichissement inférieur à 5%
Mode opératoire	Mode T	Adopté sur l'EPR

L'instrumentation incore, insérée par le haut du cœur, comprend trois types de détecteurs :

- les collecteurs rhodium, qui constituent l'instrumentation de référence et sont également utilisés pour reconstituer une distribution de puissance en 3D pour le système de surveillance et de contrôle du cœur (RCML) ;

- les collecteurs cobalt utilisés dans les fonctions de protection ;
- les thermocouples (TRIC) utilisés pour mesurer les marges à la saturation en conditions postaccidentelles ou en conditions thermohydrauliques dégradées.

Le réacteur ATMEA1 se distingue donc des réacteurs français existants et de l'EPR en retenant un système de collecteurs fixes incore pour effectuer les mesures de flux neutroniques nécessaires au calibrage du système de protection.

Les principaux systèmes de sûreté équipant le réacteur ATMEA1 sont les suivants :

- le système d'injection de sécurité (RIS) constitué de trains actifs d'injection à moyenne pression et d'accumulateurs passifs dits « avancés ». Les accumulateurs sont dits « avancés » car ils permettent de disposer dans un premier temps d'un débit d'injection important puis, dans un second temps, d'un débit plus faible, ce qui vise à apporter suffisamment d'eau en cas de brèche primaire jusqu'au démarrage des pompes d'injection de sécurité et permet de relaxer les délais de démarrage des pompes ISMP ;
- le système d'aspersion dans l'enceinte (EAS), assurant le refroidissement du réacteur à l'arrêt (RRA) et l'injection d'eau dans le circuit primaire en cas de défaillance totale des moyens de pompage ISMP lors d'un APRP ;
- les réserves d'eau de l'injection de sécurité et de l'aspersion de l'enceinte, constituées par un réservoir situé dans l'enceinte appelé IRWST (« In-containment Refueling Water Storage Tank ») ;
- le système d'alimentation de secours des générateurs de vapeur (ASG) ;
- le circuit de décharge à l'atmosphère (VDA) ;
- le système de boratation de sécurité (RBS) comprenant deux trains ;
- le circuit de refroidissement intermédiaire de l'îlot nucléaire (RRI) ;
- le circuit d'eau brute secourue (SEC).

En règle générale, les systèmes de sûreté sont séparés dans trois divisions (3×100% - divisions A/B/C), que ce soit pour la partie mécanique ou pour la partie électrique. Pour ces systèmes, aucune maintenance en puissance ne sera effectuée.

Pour certains systèmes pour lesquels une maintenance en puissance est souhaitée (circuit de refroidissement intermédiaire de l'îlot nucléaire RRI, circuit d'eau brute secourue SEC et alimentations électriques de sauvegarde), un quatrième train de remplacement (dit « train X ») est disponible dans une division du bâtiment des auxiliaires de sauvegarde, dite « division X ». Ce quatrième train est substituable à l'un des trois principaux lorsque celui-ci subit une maintenance en puissance. Il fournit également un moyen diversifié permettant de palier la perte par mode commun des trois trains principaux.

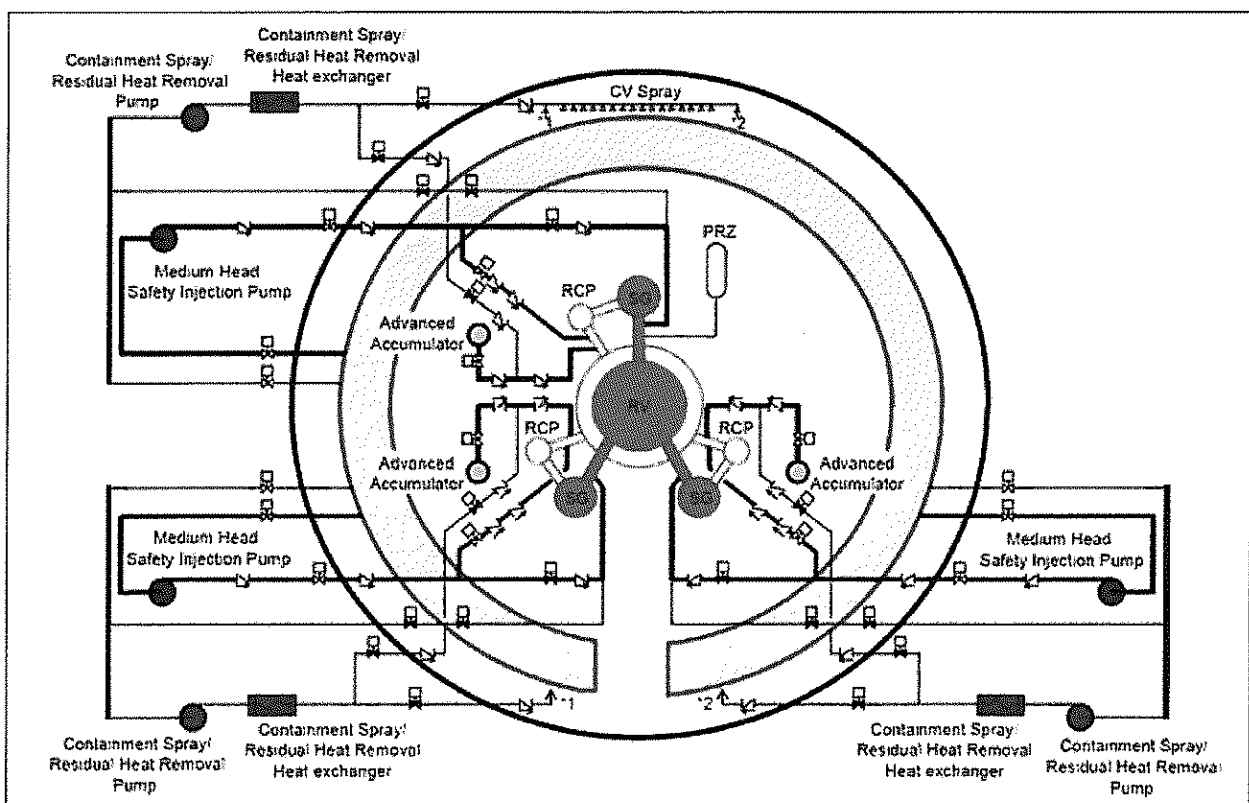
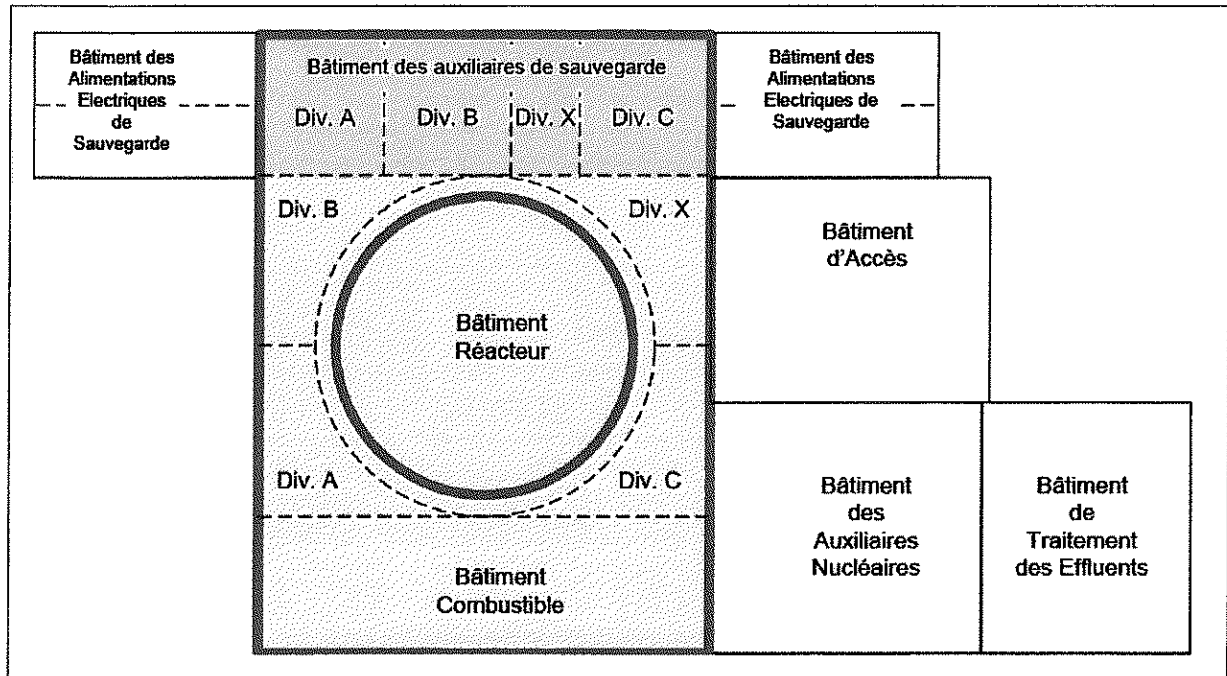
Le réacteur ATMEA1 dispose d'une source froide ultime principale appelée « UHS 1 » et d'une seconde source froide ultime, diversifiée par rapport à « UHS 1 » et appelée « UHS 2 ». Lors des opérations de maintenance nécessitant l'utilisation du train X, ce dernier est refroidi par UHS1. Le train X peut également être refroidi par la source froide diversifiée « UHS 2 », ce qui permet de palier la perte par mode commun des trois trains principaux de la chaîne de refroidissement.

En cas de perte des alimentations électriques externes, chacun des trains des systèmes de sûreté est réalimenté par une alimentation électrique de secours. Une alimentation électrique diversifiée d'ultime secours permet de pallier la perte par mode commun des alimentations électriques de sauvegarde.

Le réacteur ATMEA1 est pourvu de systèmes dédiés à la limitation des conséquences d'un accident grave (séquence conduisant à la fusion du cœur), à savoir :

- un système ultime de dépressurisation du circuit primaire ;

- une zone d'étalement du corium située à l'intérieur de l'enceinte de confinement, sous la cuve du réacteur, pourvue d'un système de refroidissement passif à court terme ;
- un système d'évacuation ultime de l'énergie de l'enceinte assurant, d'une part l'aspersion ultime dans l'enceinte, d'autre part le refroidissement à long terme du corium ;
- un système de contrôle de l'hydrogène, constitué de recombineurs catalytiques passifs, ainsi que de volets et de disques de rupture afin d'homogénéiser la teneur en hydrogène dans l'enceinte de confinement.



**ANNEXE 2 DU RAPPORT CODEP-DCN-2011-070548**  
**AVIS DU GP ESPN**

**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<sup>ème</sup> 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 égard 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.

**ANNEXE 3 DU RAPPORT CODEP-DCN-2011-070548**  
**AVIS DU GPR**

**GROUPE PERMANENT D'EXPERTS  
POUR LES RÉACTEURS NUCLÉAIRES**

**Avis  
relatif aux options de sûreté du réacteur ATMEA1<sup>TM</sup>**

**28 octobre 2011**

Réunion tenue à Paris le 28/10/2011

## I

Conformément à la demande de l'ASN notifiée par la lettre ASN/CODEP-DCN-2011-020266 du 22 avril 2011, le Groupe Permanent s'est réuni à cinq reprises le 26 mai 2011, le 30 juin 2011, le 6 octobre 2011, le 14 octobre 2011 et le 28 octobre 2011 afin d'examiner les options de sûreté du réacteur ATMEA1<sup>TM</sup> et plus particulièrement certaines options identifiées lors de la première phase de l'instruction qui s'est achevée à la fin de l'année 2010 comme devant faire l'objet d'un examen approfondi. L'avis émis par l'IRSN à l'issue de cette phase (avis IRSN/DIR/2010/ATMEA/L1 du 19 novembre 2010) a été repris par la lettre ASN/CODEP-DCN-2010-065219 du 6 décembre 2010.

En complément à l'examen réalisé par le Groupe Permanent, un examen des options de sûreté relatives à l'agression « chute d'avion » est mené par ailleurs.

Des rapports rédigés en vue des réunions du Groupe Permanent « Réacteurs » (GPR) ont présenté les résultats de l'examen conduit par l'IRSN sur les sujets identifiés lors de la réalisation de la première phase, sur la base des informations transmises par le projet ATMEA1<sup>TM</sup> concernant les options de sûreté associées à son projet de réacteur ATMEA1<sup>TM</sup>, dont les éventuels futurs exploitants ne sont pas connus à ce stade du projet.

Le Groupe Permanent a successivement entendu :

- le 26 mai 2011, la présentation par l'IRSN du rapport IRSN/DAI/DDI n°52 ;
- le 30 juin 2011, la présentation par l'IRSN du rapport IRSN/DAI/DDI n°64 ;
- le 6 octobre 2011, la présentation par l'IRSN du rapport IRSN/DAI/DDI n°90 ;
- le 14 octobre 2011, la présentation par l'IRSN du rapport IRSN/DAI/DDI n°91 ainsi que la présentation par l'ASN des conclusions de la réunion du 14 septembre 2011 du Groupe Permanent « Equipements Sous Pression Nucléaires » (GPESPN) ayant porté sur les équipements du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux du réacteur ATMEA1<sup>TM</sup>.

Le Groupe Permanent a eu également à sa disposition les rapports IRSN/DAI/DDI n°61, 67, 89 et 92 qui compilent les échanges intervenus entre la société ATMEA et l'IRSN en support à l'élaboration respective des rapports IRSN/DAI/DDI n°52, 64, 90 et 91.

Au cours de ces quatre réunions, le Groupe Permanent a, de plus, pris connaissance des engagements adoptés par le projet ATMEA1<sup>TM</sup>.

Lors de sa réunion du 26 mai 2011, le Groupe Permanent a examiné les sujets suivants :

- o les objectifs de sûreté, intégrant les conséquences radiologiques,
- o la situation des options de sûreté du projet ATMEA1<sup>TM</sup> par rapport aux Directives Techniques,
- o les bases de conception du réacteur,
- o la conception du cœur,

- l'approche de sûreté adoptée pour les conditions de fonctionnement de référence (PCC),
- l'approche de sûreté adoptée pour les situations correspondant à des défaillances multiples (RRC-A),
- l'approche relative aux séquences de fusion du cœur pouvant conduire à des rejets précoces importants, devant être « pratiquement éliminées » au sens des Directives Techniques,
- l'approche relative aux accidents graves (RRC-B),
- l'approche relative aux facteurs humains,
- la radioprotection,
- le traitement des effluents et des déchets,
- le vieillissement des structures, systèmes et équipements,
- le démantèlement.

Lors de sa réunion du 30 juin 2011, le Groupe Permanent a examiné les options de sûreté et les bases de conception concernant :

- le système d'injection de sécurité (RIS), en particulier la conception des accumulateurs avancés et l'absence d'injection de sécurité à basse pression,
- l'imbrication des fonctions « aspersion dans l'enceinte (EAS) » et « refroidissement à l'arrêt du réacteur (RRA) », assurées par un seul et même système,
- le système d'alimentation de secours des générateurs de vapeur (ASG),
- le système de décharge à l'atmosphère (VDA),
- le système d'étanchéité à l'arrêt des pompes primaires (DEA),
- le risque de colmatage des puisards (RIS, EAS et EVU) de l'enceinte,
- le système ultime d'évacuation de la chaleur de l'enceinte (EVU),
- les systèmes de refroidissement (SEC, RRI et sources froides), en particulier la redondance et la diversification des sources froides ultimes et le caractère suffisant de la capacité de refroidissement des différents trains principaux et de secours,
- les alimentations électriques sous l'angle de la fiabilité des alimentations internes, de leur diversification et du risque associé de défaillance de cause commune,
- le classement des systèmes, structures et composants.

Lors de sa réunion du 6 octobre 2011, le Groupe Permanent a examiné les options de sûreté et les bases de conception concernant :

- l'enceinte de confinement,
- la prise en compte des agressions internes,
- la prise en compte des agressions externes,
- les cumuls d'agressions internes et externes,
- le confinement dynamique des bâtiments situés sur le radier principal,
- la diversification fonctionnelle proposée pour les alimentations électriques internes et les principaux systèmes de sauvegarde.

Lors de sa réunion du 14 octobre 2011, le Groupe Permanent a examiné les options de sûreté et les bases de conception concernant :

- le contrôle-commande,
- les conditions de manutention et d'entreposage du combustible,
- les études probabilistes de sûreté, notamment celle de niveau 1,
- les équipements du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux, sur la base des conclusions du GPESPN tenu le 14 septembre 2011,
- le système EVU modifié compte tenu des conclusions de la réunion du 30 juin 2011 du GPR,
- les pistes de réflexions tirées des principaux enseignements de l'accident survenu à Fukushima.

Lors de la réunion finale, le 28 octobre 2011, le Groupe Permanent a, sur la base du rapport d'évaluation de sûreté IRSN/DAI/DDI n°108, examiné les suites données par le projet ATMEA1™, dans la mise à jour de sa documentation, aux conclusions de ces quatre réunions.

## II

Conformément à la demande de l'ASN, l'examen du Groupe Permanent a été essentiellement fondé sur la conformité aux préconisations des Directives Techniques, ainsi que sur la réglementation française et les textes para-réglementaires applicables.

Au terme de son examen des options de sûreté du projet de réacteur ATMEA1™, le Groupe Permanent émet l'avis suivant :

- Les objectifs de sûreté retenus par le projet ATMEA1™ qui comprennent cinq axes principaux :
  - 1) prise en compte du retour d'expérience des réacteurs à eau sous pression en incluant l'utilisation de technologies et de méthodes correspondant à l'état de l'art ;
  - 2) radioprotection des travailleurs et du public en fonctionnement normal dans tous les états de fonctionnement ;
  - 3) prévention accrue des accidents ;
  - 4) prévention accrue des risques de fusion du cœur ;
  - 5) prise en compte des accidents avec fusion du cœur ;

sont cohérents avec les préconisations des Directives Techniques.

- Les principes adoptés par le projet ATMEA1™ pour la prise en compte de l'expérience d'exploitation mondiale n'appellent pas d'observation.

- Pour ce qui concerne l'approche de sûreté adoptée pour les différentes conditions de fonctionnement (situations PCC), deux sujets essentiels ont été discutés par le Groupe Permanent :



- la démarche qui permettra au projet ATMEA1<sup>TM</sup> de déterminer les critères techniques d'acceptation relatifs aux PCC. Le projet ATMEA1<sup>TM</sup> a proposé les principes de sûreté relatifs au comportement du cœur et à l'intégrité des barrières de confinement ainsi que des exigences de sûreté relatives aux phénomènes physiques limitatifs qui en découlent. Le Groupe Permanent estime que les principes sont globalement acceptables. Néanmoins, certaines exigences dérivant de l'application de ces principes (fusion au point chaud en catégorie 3, exigences applicables pour l'APRP et pour les accidents de réactivité...) devraient être discutées dans le cadre de l'examen du dossier d'une demande d'autorisation de création ;
- le cumul des PCC avec le « Manque De Tension Externe » (MDTE). L'approche retenue par le projet, bien que ne respectant pas strictement la pratique française mise en œuvre depuis la conception du palier N4 en France, apparaît acceptable.

Le Groupe Permanent a noté que le projet ATMEA1<sup>TM</sup> a identifié des équipements dont la défaillance pourrait conduire directement à une situation PCC3 ou PCC4 et a défini leur classement. Dans le cadre d'une demande d'autorisation de création, le Groupe Permanent estime que la liste proposée devrait être confirmée par une revue systématique des systèmes considérés comme pouvant conduire à des PCC3 ou 4.

- La démarche générale de classement des équipements apparaît acceptable ; toutefois, le classement mécanique de l'ASG fait l'objet d'une recommandation jointe en annexe.
- L'approche de sûreté présentée par le projet ATMEA1<sup>TM</sup> pour l'identification des situations correspondant à des défaillances multiples (RRC-A) n'appelle pas de réserve à ce stade.
- Pour ce qui concerne les situations accidentelles pouvant conduire à des rejets précoces importants, le Groupe Permanent souligne l'importance de la définition d'exigences de conception et d'exploitation permettant leur « élimination pratique », ce qui fait l'objet d'une recommandation figurant en annexe.
- Le Groupe Permanent n'a pas de remarque à faire sur les dispositions retenues, à ce stade de définition du projet, en termes d'approche de sûreté pour le traitement des accidents graves.
- Pour ce qui concerne la prise en compte des agressions internes, le Groupe Permanent note que la liste des agressions internes considérées par le projet est en cohérence avec les préconisations des Directives Techniques.

En matière de protection contre les risques liés aux incendies, les dispositions de prévention des incendies prises par le projet ATMEA1<sup>TM</sup> au stade des options de sûreté apparaissent satisfaisantes. Le Groupe Permanent souligne qu'il convient d'attribuer à la ligne de défense

constituée par la détection, la maîtrise et l'extinction des incendies, la même importance qu'aux lignes de défense constituées par la prévention des départs de feu et la protection des structures, des systèmes et des composants nécessaires pour rallier et maintenir un état d'arrêt sûr.

Lors de l'élaboration du dossier en vue d'une demande d'autorisation de création, le caractère suffisant des redondances des systèmes de détection et de lutte contre l'incendie devrait faire l'objet d'une justification détaillée.

En matière de protection contre les risques d'explosion, la démarche d'analyse retenue par le projet ATMEA1™ paraît couvrir l'ensemble des risques d'explosion interne.

En matière de fuites et ruptures de tuyauteries de haute énergie, le projet ATMEA1™ a prévu d'appliquer l'approche américaine qui diffère de la pratique française. Le Groupe Permanent estime qu'un réacteur ATMEA1™ ne pourrait être autorisé en France que moyennant le respect de la réglementation nationale et des Directives Techniques, ce qui fait l'objet d'une recommandation figurant en annexe.

- Pour ce qui concerne la prise en compte des agressions externes, le Groupe Permanent note que la liste des agressions externes considérées par le projet ATMEA1™ est en cohérence avec les préconisations des Directives Techniques.

En matière de protection contre les séismes, le Groupe Permanent estime que le spectre sismique retenu pour le dimensionnement est acceptable et note qu'une étude des marges sismiques sera menée au stade de la conception détaillée ainsi qu'une démarche événementielle. Il souligne avec satisfaction que le générateur d'ultime secours et sa réserve de gasoil, le système EVU, ainsi que les éléments de sectorisation, le système de détection d'incendie et le système de lutte contre l'incendie protégeant les équipements importants pour la sûreté seront conçus pour pouvoir fonctionner après un séisme du niveau du séisme de dimensionnement.

En matière de protection contre les inondations externes, le Groupe Permanent approuve la mise en œuvre du principe de la protection volumétrique définie en France, comportant des dispositions permettant d'éviter l'entrée d'eau dans les locaux contenant des équipements participant à l'accomplissement d'une fonction de sûreté grâce notamment à l'installation de portes et de trémies étanches à la périphérie des bâtiments concernés. Comme les exigences détaillées de dimensionnement des dispositions de protection contre les inondations externes seront définies lorsqu'un site sera identifié, cette protection nécessitera un examen approfondi lors d'une éventuelle demande d'autorisation de création.

En matière de cumuls d'agressions externes et d'événements internes ou d'agressions internes ou externes, le Groupe Permanent considère qu'au stade des options de sûreté, la démarche retenue par le projet ATMEA1™ pour traiter ces cumuls est globalement acceptable, sous réserve de la prise en compte d'une recommandation figurant en annexe.

- Concernant les équipements du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux, le Groupe Permanent insiste sur l'importance d'une conformité de la conception et de la réalisation aux préconisations des Directives Techniques relatives à l'hypothèse d'exclusion de rupture appliquée au circuit primaire principal et aux circuits secondaires principaux. Cet avis rejoint celui exprimé par le GPESPN.
  
- L'enceinte de confinement prévue est constituée d'un bâtiment en béton précontraint à simple paroi recouverte intérieurement d'une peau métallique qui assure une fonction d'étanchéité. Le Groupe Permanent estime que les principes de conception et de dimensionnement retenus par le projet ATMEA1™ sont acceptables à ce stade du projet sous réserve de leur validation par l'examen, mené par ailleurs, de l'agression « chute d'avion ».

Dans le cadre d'un dossier de demande d'autorisation de création, les sujets suivants devraient faire l'objet d'un examen détaillé :

- le caractère enveloppe des transitoires considérés pour le dimensionnement de l'enceinte,
  - le dimensionnement des différents ouvrages de génie civil et notamment celui du radier et celui de la peau métallique,
  - la prévention du vieillissement des performances des ouvrages de génie civil et les modalités de surveillance associées,
  - l'interaction entre méthode de réalisation et propriétés physiques et de déformabilité des matériaux (béton et peau d'étanchéité).
- 
- Pour ce qui concerne le confinement des bâtiments situés sur le radier principal, le Groupe Permanent souligne que le dispositif de fermeture de l'annulus qui repose sur l'étanchéité d'un joint unique mérite d'être conforté en termes de robustesse. A cet égard, le projet ATMEA1™ a d'ores et déjà complété les exigences associées à la conception, à l'exploitation et à la maintenance de ce dispositif.

Pour ce qui concerne les modalités de contrôle de ses performances, le Groupe Permanent considère que le projet ATMEA1™ doit préciser le mode de contrôle qu'il compte mettre en œuvre, ce qui fait l'objet d'une recommandation figurant en annexe.

Le Groupe Permanent insiste sur l'importance d'obtenir des justifications convaincantes de l'efficacité et de la robustesse de ce dispositif, sur lequel reposerait la collecte des fuites à l'extérieur de l'enceinte de confinement en cas d'accident ou d'agression, notamment en termes de résistance aux surpressions et aux déplacements relatifs des structures.

Dans le bâtiment du combustible, seules les fuites des vannes d'isolement de l'enceinte placées sur des traversées dites sensibles, dont le projet ATMEA1™ a précisé la définition dans la mise à jour de sa documentation, seront collectées et filtrées. Dans le cadre d'un

dossier venant à l'appui d'une demande d'autorisation de création, les fuites qui ne seraient pas collectées et filtrées devraient faire l'objet d'un examen approfondi.

Par ailleurs, le Groupe Permanent considère que l'éventualité d'une brèche sur le système RRA hors de l'enceinte nécessite de prévoir des mesures de confinement adaptées. Celles-ci devraient viser à un dimensionnement du local siège de la rupture à la pression pouvant alors être atteinte compte tenu des exutoires éventuellement prévus.

En tout état de cause, les rejets possibles de produits radioactifs dans l'atmosphère devraient être limités et contrôlés grâce à, conformément à l'alinéa B1.4.1 des Directives Techniques, un exutoire ainsi que des moyens adéquats pour restaurer l'étanchéité du bâtiment des auxiliaires de sauvegarde, définis en appliquant les règles associées à leur participation à la démonstration de sûreté. Le Groupe Permanent insiste sur le fait que des moyens fiables doivent être mis en place afin de détecter et isoler le plus rapidement possible une brèche et que les conséquences induites par la brèche ne devraient pas porter préjudice aux autres équipements ou locaux du bâtiment des auxiliaires de sauvegarde.

- L'approche présentée par le projet ATMEA1<sup>TM</sup> pour la définition du périmètre du programme d'ingénierie des facteurs humains n'appelle pas, à ce stade, d'observation.
- L'approche présentée par le projet ATMEA1<sup>TM</sup> pour la radioprotection des travailleurs est satisfaisante.
- Le Groupe Permanent souligne que, pour l'élaboration d'un dossier de sûreté à l'appui d'une demande d'autorisation de création, le projet ATMEA1<sup>TM</sup> devra prendre en compte les publications les plus récentes de la CIPR (actuellement CIPR 103, 109, 111).
- Pour ce qui concerne la gestion des déchets, le Groupe Permanent souligne qu'elle dépendra fortement du pays d'implantation d'un réacteur de type ATMEA1<sup>TM</sup>. Le Groupe Permanent préconise donc que le projet ATMEA1<sup>TM</sup> explore, en concertation avec d'éventuels futurs exploitants et en tenant compte de leur expérience d'exploitation, les voies d'optimisation du volume et de l'activité des effluents, ainsi que du volume et de l'activité des déchets.
- Les éléments fournis concernant la prise en compte des aspects liés au vieillissement et des aspects liés au démantèlement n'appellent pas de remarque particulière de la part du Groupe Permanent au stade des options de sûreté.
- Le système d'injection de sécurité (RIS) prévu comporte 3 accumulateurs « avancés » et un seul étage d'injection à moyenne pression comprenant 3 trains. Le projet ATMEA1<sup>TM</sup> a apporté des assurances raisonnables à ce stade du projet quant à la couverture des transitoires importants par le système RIS tel que proposé, ce sur la base d'évaluations

réalisées conformément aux règles, méthodes et modèles employés pour le traitement des PCC.

Par ailleurs, le Groupe Permanent considère que le projet ATMEA1™ a apporté des assurances raisonnables à ce stade du projet quant à la capacité des accumulateurs « avancés » du RIS à réduire les contraintes sur le temps de démarrage des pompes d'injection de sécurité à moyenne pression (ISMP).

- Outre sa fonction d'aspersion dans l'enceinte, le système EAS assure notamment la fonction de refroidissement à l'arrêt (RRA). Cela a conduit le Groupe Permanent à examiner plus particulièrement :
  - les risques de bipasse du confinement,
  - les principes de dimensionnement mécanique et thermique du système, englobant l'ensemble des caractéristiques des fonctions de ce système,
  - les protections spécifiques mises en œuvre en vue d'éviter des fonctionnements intempestifs du système dans une fonction non attendue.

Le Groupe Permanent a noté les options retenues par le projet ATMEA1™ sur les deux premiers points.

Pour ce qui concerne le troisième point, le Groupe Permanent considère que les protections spécifiques proposées à ce jour en complément de modalités d'exploitation destinées à réduire le risque de fonctionnement intempestif mériteront un examen détaillé dans le cadre d'une demande éventuelle d'autorisation de création afin d'en vérifier la pertinence, la faisabilité pratique et la robustesse.

- Pour ce qui concerne le colmatage des puisards et les effets en aval, le Groupe Permanent a noté avec satisfaction les engagements pris par le projet ATMEA1™ consistant à mettre en place des dispositions adaptées visant à :
  - éliminer les effets chimiques ou, à défaut, en limiter les conséquences,
  - éliminer les effets en aval ou, à défaut, en limiter les conséquences sur les composants dont les dysfonctionnements sont estimés les plus critiques, en utilisant les résultats des recherches disponibles ou en développant un programme de tests.
- Pour ce qui concerne la source froide et les systèmes associés, le principe de diversification des sources froides UHS1 et UHS2 constitue un aspect positif du projet qui est conforme aux Directives Techniques. De même, l'option de conception relative à l'indépendance et à la diversification du train X par rapport aux trois trains principaux et notamment son refroidissement par la source froide diversifiée UHS2 est positive. Le Groupe Permanent souligne par ailleurs que le caractère suffisant de la capacité thermique des trains principaux

ainsi que de celle du train X devra être justifié pour tous les états de l'installation, pour le cas accidentel le plus défavorable.

- Pour ce qui concerne les alimentations électriques, le projet ATMEA1™ s'est engagé à mener une recherche d'identification a priori des défaillances possibles de cause commune, en couvrant l'ensemble possible des risques encourus et des matériels concernés, y compris les tableaux électriques, et en étendant leur recherche au-delà d'un simple examen du retour d'expérience. Les résultats de cette recherche devraient permettre au projet ATMEA1™ de définir un niveau approprié de diversification des équipements dont le caractère suffisant sera ensuite vérifié par les études probabilistes.
- Pour ce qui concerne la diversification fonctionnelle retenue par le projet ATMEA1™ pour limiter le risque de perte totale de la source froide principale ou celui de perte totale des alimentations électriques secourues, le Groupe Permanent a noté que, compte tenu en particulier du nombre de manœuvres à effectuer pour reconfigurer les systèmes en cas de défaillance des trains principaux, le projet ATMEA1™ s'est engagé à étudier une solution permettant un secours rapide des équipements nécessaires au retour et au maintien à l'arrêt sûr grâce à des tableaux électriques distincts des tableaux électriques principaux.
- Pour ce qui concerne le contrôle-commande, le Groupe Permanent comprend qu'un grand nombre de caractéristiques concernant la conception du contrôle-commande ne sont pas encore figées et ne seront définies qu'à des stades de la conception ultérieurs à celui de la définition des "options de sûreté". Le Groupe Permanent a toutefois noté que le contrôle-commande proposé pour le réacteur ATMEA1™ présente des caractéristiques en termes de conception et de classement destinées à favoriser son utilisation dans différents pays, notamment par l'utilisation d'exigences réglementaires de l'IEEE. Il souligne que, à la lumière des pratiques françaises actuelles, la seule conformité aux normes IEEE n'apparaîtrait pas suffisante pour l'accepter en France.

L'architecture retenue pour le contrôle commande est fondée sur une séparation en systèmes de contrôle-commande de classe F1 et de classe non F1. Le Groupe Permanent note qu'un classement en F1 des équipements qui auraient pu être, selon l'approche française actuelle, classés en F1B est acceptable à condition que les exigences appliquées correspondent à celles adoptées en France pour les équipements F1A. Concernant l'architecture du contrôle-commande, le Groupe Permanent estime, par ailleurs, nécessaire que soit mise en place une séparation des fonctions de contrôle-commande classées F2 et de celles qui sont Non Classées. Sur ce sujet, le projet ATMEA1™ a pris un engagement satisfaisant.

Le Groupe Permanent n'a pas mis en évidence d'objection de principe concernant la composition des systèmes et sous-systèmes et leurs interconnexions aux différents niveaux de l'architecture du contrôle-commande. Il considère néanmoins que la structure des liaisons entre des parties de classements différents devrait, quel que soit leur type (fil à fil ou autre), faire

l'objet d'un examen par rapport aux possibles conséquences d'un défaut descendant ou ascendant.

Le Groupe Permanent note que l'architecture du contrôle-commande respecte les principes de défense en profondeur et de diversité.

- Pour ce qui concerne la manutention et l'entreposage du combustible, le Groupe Permanent approuve la démarche mise en œuvre par le projet ATMEA1<sup>TM</sup> qui consiste à bien distinguer et spécifier les options de sûreté relatives à la manutention du combustible d'une part, à l'entreposage d'autre part, puis à décliner une approche logique couvrant :
  - les PCC,
  - les RRC-A,
  - les accidents conduisant à une ébullition de l'eau de la piscine de désactivation,
  - les situations « pratiquement éliminées ».

Cette approche ajoute à l'approche préconisée par les Directives Techniques une catégorie d'accidents, à savoir ceux qui peuvent conduire à une ébullition de l'eau de la piscine de désactivation. Le Groupe Permanent estime important que, au-delà de l'étude des situations RRC-A et en cas de défaillance des systèmes limitant les conséquences de ces dernières, le projet ATMEA1<sup>TM</sup> justifie le caractère suffisant des dispositions prévues pour faire face à une ébullition dans la piscine, et apprécie l'engagement pris dans ce sens par le projet ATMEA1<sup>TM</sup>.

Concernant le risque de vidange de la piscine du combustible usé, le Groupe Permanent a noté l'engagement pris par le projet ATMEA1<sup>TM</sup> de compléter son dossier d'options de sûreté en y indiquant le traitement des initiateurs pouvant conduire à une vidange de la piscine ou en «éliminant pratiquement» les situations correspondantes par des dispositions appropriées.

Concernant les conditions PCC associées à la manutention et à l'entreposage du combustible, le Groupe Permanent a noté l'engagement pris par le projet ATMEA1<sup>TM</sup> de réaliser une étude de ces situations, avec des hypothèses réalistes, en prenant en compte le cumul de la perte des alimentations électriques externes et d'un aggravant unique, afin de démontrer la robustesse de l'installation.

Par ailleurs, concernant l'« élimination pratique » de la fusion du combustible dans la piscine de désactivation, le Groupe Permanent a noté l'engagement pris par le projet ATMEA1<sup>TM</sup> de dimensionner au séisme le moyen qui sera prévu pour compenser l'évaporation de l'eau de la piscine de désactivation en cas de perte totale de son refroidissement.

- Le Groupe Permanent estime que la conception proposée pour la fonction de refroidissement du corium assurée par l'EVU est satisfaisante et devrait permettre une gestion satisfaisante d'une fuite d'une partie passive de ce système. De même, le Groupe Permanent

considère que les modalités prévues pour le décolmatage du filtre EVU, avec un décolmatage préalable du filtre RIS, sont correctes.

- Pour ce qui concerne les études probabilistes de sûreté, le Groupe Permanent a pris connaissance du contenu d'une EPS préliminaire de niveau 1 portant sur les événements initiateurs internes prépondérants pouvant affecter le réacteur à la lumière de l'expérience des EPS similaires réalisées pour des réacteurs existants ou en cours de réalisation. Lors des phases ultérieures de la conception, le projet ATMEA1<sup>TM</sup> prévoit le développement d'une EPS de niveau 1 plus complète prenant en compte l'ensemble des événements initiateurs et des agressions, les spécificités de la conception proposée et les situations qui pourraient affecter simultanément le réacteur et la piscine du combustible usé, ainsi que d'EPS spécifiques pour la piscine du combustible et d'une EPS de niveau 2. Le Groupe Permanent approuve le développement d'une EPS de niveau 1 au stade des options de sûreté du réacteur ATMEA1<sup>TM</sup>, même si cette EPS ne traite qu'une liste réduite d'événements initiateurs d'origine interne permettant de disposer d'une première évaluation de la fréquence globale de fusion du cœur. Le Groupe Permanent insiste sur la nécessité de tenir compte, dans la liste des initiateurs, des possibles accidents de réactivité.

Les méthodes et les approches qu'il est prévu d'utiliser pour la réalisation de l'étude probabiliste de niveau 1 sont cohérentes avec la RFS 2002-01.

L'examen de l'étude probabiliste de niveau 1 montre que le projet ATMEA1<sup>TM</sup> a fait le choix de réaliser l'EPS à la conception en faisant l'hypothèse que les sources électriques externes et la source froide sont d'une fiabilité élevée. Dans le cas où les caractéristiques du site ne seraient pas cohérentes avec cette hypothèse, des dispositions supplémentaires pourraient s'avérer nécessaires et devraient être définies au plus tard lors de l'élaboration du rapport préliminaire de sûreté.

Enfin, le Groupe Permanent note que les valeurs des probabilités de fusion du cœur en puissance et à l'arrêt présentées par le projet ATMEA1<sup>TM</sup> sont compatibles avec les valeurs repères indiquées dans les Directives Techniques.

- Le Groupe Permanent estime que les Directives Techniques sont prises en compte de manière satisfaisante dans les options de sûreté du réacteur ATMEA1<sup>TM</sup>.
- Le Groupe Permanent note que, au-delà des options de sûreté, certaines questions ne pourront être traitées que lors d'une future demande d'autorisation de création. Cette situation n'est pas anormale, mais le Groupe Permanent souligne que, eu égard notamment aux innovations que comporte la conception envisagée pour le réacteur ATMEA1<sup>TM</sup>, une collaboration étroite devra s'établir entre le concepteur et les futurs exploitants pour traiter ces questions de façon satisfaisante. Les conditions de cette collaboration devront être structurées



de façon rigoureuse et établies suffisamment en amont d'une demande d'autorisation de création.

### III

Au-delà de cette conformité aux Directives Techniques, le Groupe Permanent s'est intéressé aux premières pistes de réflexions associées aux caractéristiques de l'accident de Fukushima. Le Groupe Permanent souligne la démarche volontariste mise en place par le projet ATMEA1™.

Le Groupe Permanent insiste sur l'importance à accorder au stade de la conception à la protection contre les agressions externes de la source froide diversifiée et du groupe d'ultime secours qui constituent des options de conception satisfaisantes. A cet égard, le Groupe Permanent a noté, lors de la mise à jour des options de sûreté du réacteur ATMEA1™, les principes de la démarche de classement sismique de la source froide UHS2 et de son éventuel système d'appoint.

De plus, le Groupe Permanent a noté l'étude prévue par le projet ATMEA1™ concernant la faisabilité de l'ajout, à la conception, d'un système d'éventage du bâtiment du réacteur ATMEA1™. Le Groupe Permanent considère de plus que le projet ATMEA1™ devrait notamment s'intéresser aux situations de perte d'intégrité du circuit PTR et aux modalités à respecter afin de disposer d'un appoint efficace en termes de refroidissement des assemblages stockés compte tenu des conditions d'ambiance associées.

A ce stade des réflexions, le Groupe Permanent souligne que dans le contexte des actions post-Fukushima une idée directrice pour traiter les cumuls d'agressions pourrait être de définir les exigences à mettre en place visant à conserver un noyau dur d'équipements permettant le retour et le maintien à l'arrêt sûr de l'installation, quel que soit le cumul d'agressions pouvant survenir. Ceci pourrait être réalisé en extrapolant la notion de protection volumétrique mise en œuvre pour le traitement des risques liés aux inondations externes.

Compte tenu des similitudes avec des réacteurs en exploitation ou en construction, le Groupe Permanent estime nécessaire que le projet ATMEA1™ tire les enseignements appropriés des discussions et décisions qui concerneront les réacteurs en exploitation ou en cours de construction, ce qu'il s'est engagé à faire.

### IV

Le Groupe Permanent estime que les options de sûreté développées par le projet ATMEA1™ et précisées dans le dossier modifié transmis le 27 octobre 2011 sont globalement satisfaisantes. Il souligne que quelques dispositions ne respectent pas la pratique française et devraient donc conduire à des modifications de la conception ou de la réalisation dans le cas où la construction d'un tel réacteur serait envisagée en France.

A l'issue de la réunion du 28 octobre 2011, le Groupe Permanent estime nécessaire que soient prises en compte les recommandations figurant en annexe.

## ANNEXE

### Recommandations

#### Recommandation n°1

##### CHAPITRE 9 DU RAPPORT IRSN/DAI/DDI/52 : APPROCHE RELATIVE A L' « ELIMINATION PRATIQUE » DES SEQUENCES DE FUSION DU CŒUR AVEC REJETS PRECOSES IMPORTANTS

##### § 9.3. Examen de l'approche proposée par le projet ATMEA1™

Le Groupe Permanent recommande qu'au titre de la déclinaison des options de sûreté, le projet ATMEA1™ précise les exigences de conception et d'exploitation et les critères de dimensionnement qu'il associera à l'ensemble des dispositions intervenant dans le traitement des séquences à «éliminer pratiquement ».

#### Recommandation n°2

##### CHAPITRE 7 DU RAPPORT IRSN/DAI/DDI/64 : CLASSEMENT DES STRUCTURES, SYSTEMES ET COMPOSANTS

##### § 7.1.2.1.4. Classement du système ASG

Le Groupe Permanent recommande que les équipements mécaniques soumis à pression du système ASG soient de qualité équivalente au RCCM niveau 2.

#### Recommandation n°3

##### CHAPITRE 3.5 DU RAPPORT IRSN/DAI/DDI/90 : Fuites et ruptures de tuyauteries de haute énergie

Pour l'analyse des ruptures de tuyauteries de haute énergie, le Groupe Permanent recommande que le projet ATMEA1™ applique l'approche de sûreté française, complétée par les préconisations des Directives Techniques. Notamment :

- la valeur de découplage entre les grandes et les petites tuyauteries correspond à un diamètre nominal de 50,
- pour chaque local traversé par des tuyauteries de haute ou de moyenne énergie, le concepteur doit, lors de la conception détaillée, prendre en compte les effets pouvant résulter des défaillances localisées en des points choisis de façon à maximiser les conséquences induites par l'agression,

- des ruptures longitudinales sont postulées sur les tuyauteries de diamètre nominal supérieur ou égal à 100 n'ayant pas de classement mécanique et n'étant pas conçues pour résister au séisme.

#### **Recommandation n°4**

##### **CHAPITRE 4.7 DU RAPPORT IRSN/DAI/DDI/90 : Cumuls d'agressions**

Le Groupe Permanent recommande que le projet ATMEA1<sup>TM</sup> prenne en compte la concomitance d'un incendie avec un grand chaud ou un grand froid. La disponibilité des moyens de détection et de lutte contre l'incendie doit donc être assurée pour les conditions climatologiques extrêmes considérées dans le dimensionnement (hors pics de moins de 2 heures).

#### **Recommandation n°5**

##### **CHAPITRE 5 DU RAPPORT IRSN/DAI/DDI/90 : Confinement dynamique des bâtiments situés sur le radier principal**

Le Groupe Permanent recommande que le projet ATMEA1<sup>TM</sup> précise le mode de contrôle des performances du dispositif de fermeture de l'annulus qu'il compte mettre en oeuvre de façon à identifier, en situation normale, toute dégradation qui nuirait à ses performances en situation accidentelle ou d'accident grave.

**ANNEXE 4 DU RAPPORT CODEP-DCN-2011-070548**  
**LETTRE DEP-DCN-645-2009**  
**APPLICABILITE DES TEXTES PARA-REGLEMENTAIRES AU REACTEUR ATMEA1**

DIRECTION DES CENTRALES NUCLÉAIRES

Paris, le 22 septembre 2009

Réf. : DEP-DCN- 645-2009

Monsieur le président d'ATMEA  
Tour AREVA  
1, place Jean Millier  
92084 Paris la Défense Cedex 09

**Objet : Instruction du projet ATMEA**

Réf. : [1] Lettre ATMEA D-GE-09-0132 du 3 juillet 2009

Monsieur le Président,

Par lettre citée en référence [1], vous sollicitez la position de l'ASN sur les options de sûreté du projet de réacteur Atmea1 au regard du respect :

- des objectifs de sûreté fixés par l'ASN pour la nouvelle génération de réacteurs à eau pressurisée tels que formulés au A1.1 des « directives techniques pour la conception et la construction de la nouvelle génération de réacteurs à eau sous pression » adoptées pendant les réunions plénières du GPR et des experts allemands les 19 et 26 octobre 2000,
- les textes réglementaires et para-réglementaires<sup>1</sup> applicables en France aux installations nucléaires de base (INB).

Dans le cadre des échanges entre l'ASN-IRSN et Atmea, l'ASN vous a fait part de son intention de vous transmettre les conditions de transpositions et les réserves éventuelles de l'applicabilité des textes para-réglementaires au réacteur Atmea1. Ces conditions sont mentionnées en annexe.

Je vous rappelle que les « directives techniques pour la conception et la construction de la nouvelle génération de réacteurs nucléaires à eau sous pression » déjà en votre possession, font également partie du référentiel para-réglementaire applicable aux nouveaux réacteurs. Je souhaite d'ailleurs attirer votre attention sur le fait que, compte tenu des exigences de sûreté renforcées pour la nouvelle génération de réacteurs nucléaires à eau sous pression, les « directives techniques » mentionnées ci-dessus présentent sur certains points des approches différentes de celles formulées dans certains textes des règles fondamentales de sûreté. Ces textes ont, pour la plupart, été élaborés à l'origine de la conception des REP et s'appliquent aux installations actuellement en exploitation.

<sup>1</sup> Règles Fondamentales de Sûreté (RFS) et Guides de l'ASN

Aussi, les exigences de sûreté définies dans les « directives techniques » et celles présentées dans les textes en pièces jointes antérieurs à l'année 2000 peuvent ne pas être compatibles. Lorsque de tels cas se présentent, le référentiel constitué par les « directives techniques » prime pour le réacteur Atmea1.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de ma considération distinguée.

Pour le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire,  
par délégation,  
Le directeur de la DCN,

**Guillaume WACK**

## LISTE DE DIFFUSION

### Copies externes :

- ATMEA
- IRSN/DSDRE/DDI

### Copies internes :

- DG
- DEP
- DRI
- DCN



Applicabilité des textes para-réglementaires au réacteur Atmea1

RFS relatives aux agressions externes (niveau de risque)

- RFS 1.1.a « Prise en compte des risques liés aux chutes d'avions »

Cette RFS ne concerne que les installations nucléaires de base autres que réacteurs. Elle n'est par conséquent pas applicable au réacteur Atmea1.

- RFS I.2.a « Prise en compte des risques liés aux chutes d'avions » (05/08/1980)

Les objectifs probabilistes de cette RFS sont applicables, en complément de l'approche déterministe retenue dans les "directives techniques" pour le dimensionnement du bâtiment réacteur, du bâtiment combustible et de certains bâtiments auxiliaires.

Observations :

*Les exigences pour les nouveaux réacteurs sont plus sévères ; de plus, cette RFS ne précise pas le type de courbe Force=f(temps) à prendre en compte. Par ailleurs, la question des suites des attentats du 11 septembre 2001 conduit à se réinterroger sur les exigences de protections sur les chutes d'avions dans un cadre « confidentiel ».*

- RFS I.2.b « Prise en compte des risques d'émission de projectiles par suite de l'éclatement des groupes turbo-alternateurs » (05/08/1980)

Cette RFS est applicable au réacteur Atmea1.

- RFS I.2.c « détermination des mouvements sismiques à prendre en compte pour la sûreté des installations (01/10/1981)

Cette RFS est remplacée par la RFS 2001-01 mentionnée ci-dessous.

- RFS 2001-01 « Détermination du risque sismique pour la sûreté des installations »

Cette RFS est applicable au réacteur Atmea1.

- RFS V.2.g « Calculs sismiques des ouvrages de génie civil » (21/12/1985)

Cette RFS n'est plus applicable. Elle est remplacée par le guide ASN/2/01 mentionné ci-dessous.

- Guide ASN/guide/2/01 « prise en compte du risque sismique à la conception des ouvrages de génie civil d'INB ... »

Ce guide est applicable au réacteur Atmea1.

- RFS I.2.d « Prise en compte des risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication » (07/05/1982)

Les objectifs de cette RFS sont applicables au réacteur Atmea1 en ayant toutefois recours à une méthode plus contraignante de vérification de l'atteinte de ces derniers, conformément aux exigences des "directives techniques".

Observations :

*Les exigences pour les nouveaux réacteurs sont plus sévères (notamment, la valeur de la surpression à prendre en compte pour le dimensionnement à l'explosion est double). Par ailleurs, de nouvelles méthodes (ex : méthode multiénergies) sont apparues depuis la rédaction de la règle.*

- RFS I.2.e « Prise en compte du risque d'inondation d'origine externe » (12/04/1984)

En attendant la révision en cours de cette RFS, son respect strict dans sa version actuelle n'est pas suffisant. La démonstration de sûreté doit s'appuyer sur un référentiel tenant compte des enseignements tirés de l'inondation survenue sur le CNPE du Blayais en décembre 1999.

**RFS relatives aux principes généraux de sûreté et aux études de sûreté**

- RFS I.3.a « Utilisation du critère de défaillance unique dans les analyses de sûreté » (05/08/1980)

La RFS I.3.a est applicable dans ses principes aux nouveaux réacteurs moyennant quelques aménagements relevant notamment de l'application du référentiel constitué par les "directives techniques".

Observations :

*La liste des systèmes auxquels s'applique le critère de défaillance unique est obsolète. Il appartiendra à Atmea d'établir la liste des systèmes du réacteur Atmea1 qui seront effectivement concernés par le critère de défaillance unique, en lieu et place de celle figurant dans la RFS I.3.a.*

*Par ailleurs, en ce qui concerne la valeur de fuite conventionnellement considérée pour une défaillance passive, des études de sensibilités non évoquées dans cette RFS sont nécessaires.*

- RFS IV.1.a « Classement des matériels mécaniques, systèmes électriques, structures et ouvrages de génie civil » (21/12/1984)

Cette RFS n'est pas applicable au réacteur Atmea1.

- RFS IV.2.a « Exigences à prendre en compte dans la conception des matériels mécaniques classés de sûreté, véhiculant ou contenant un fluide sous pression et classés de niveaux 2 et 3 » (21/12/1984)

Cette RFS n'est pas applicable au réacteur Atmea1 compte tenu de la nouvelle réglementation ESPN en vigueur.

- RFS IV.2.b « Exigences à prendre en compte dans la conception, la qualification, la mise en œuvre et l'exploitation des matériels électriques appartenant aux systèmes électriques classés de sûreté » (31/07/1985)

La RFS IV.2.b est applicable dans ses principes malgré la présence de références à la classification de sûreté « 1E » non applicable pour le réacteur Atmea1.

Il appartiendra à Atmea de préciser les conditions de transposition des exigences de la RFS IV.2.b pour le classement de sûreté retenu pour le réacteur Atmea1.

*Observations : sur les trois RFS IV.1.a, IV.2.a, IV.2.b relatives au classement et aux exigences en découlant : Ces RFS, rédigées au lancement du palier N4, reflètent bien la situation du N4 ; d'ailleurs, la liste des conditions de fonctionnement du N4 figure en annexe de ces RFS, ainsi que la liste des systèmes N4 classés. Sur Atmea1, les règles de classement fonctionnel sont différentes ; de plus, un classement des barrières a été défini. L'ASN n'accepterait pas pour Atmea1 les règles de classement du N4.*

- RFS V.1.a « Détermination de l'activité relâchée hors du combustible à prendre en compte dans les études de sûreté relatives aux accidents » (18/01/1982)

Cette RFS n'est pas applicable au réacteur Atmea1.

*Observations : Cette RFS n'est plus représentative des calculs d'activité relâchée.*

- RFS 2002-01 relative au développement et à l'utilisation des EPS.

Cette RFS est applicable au réacteur Atmea1.

### **RFS relatives à des études particulières de conception ou de dimensionnement**

- RFS I.3.b « Instrumentation sismique » (08/06/1984)

Cette RFS est applicable au réacteur Atmea1.

- RFS I.3.c « Études géologiques et géotechniques du site ; détermination des caractéristiques des sols et études du comportement du terrain » (01/08/1985)

Cette RFS est applicable au réacteur Atmea1.

- RFS V.1.b « Moyens de mesures météorologiques » (10/06/1982)

Cette RFS est applicable au réacteur Atmea1.

- RFS II.4.1.a « Logiciels des systèmes électriques classés de sûreté » (15/05/2000)

La RFS II.4.1.a est applicable dans ses principes malgré la présence de références à la classification de sûreté « 1E » non applicable au réacteur Atmea1.

L'applicabilité au réacteur Atmea 1 de la RFS II.4.1.a doit être effectuée par une transposition :

- des exigences relatives aux logiciels des systèmes programmés classés auparavant « 1E » ;
- des exigences relatives aux logiciels des systèmes programmés auparavant « classés de sûreté non classés 1E ».

Il appartiendra à Atmea de présenter la manière dont il envisage de transposer ces exigences.

- RFS II.2.2.a « Conception du système d'aspersion de l'enceinte » (05/08/1980) Révision 1 (31/12/1985)

Cette RFS n'est pas applicable au réacteur Atmea1.

*Observations : Cette règle, la seule qui soit spécifique à la conception d'un système particulier, ne s'applique pas à Atmea1. Si elle a pu servir lors de la construction des réacteurs de générations précédentes, elle paraît désormais inutile.*

- RFS II.3.8 « Construction et exploitation du circuit secondaire principal » (08/06/1990)

Cette RFS n'est pas applicable au projet Atmea1 compte tenu de la réglementation ESPN en vigueur.

### RFS relatives à des RCC

- RFS V.2.xx « règles générales relatives à la mise en œuvre de codes et normes élaborés par l'industrie nucléaire »

La pratique réglementaire française en matière de sûreté exige notamment que l'exploitant présente une version écrite de l'ensemble des règles, codes et normes correspondant à la pratique industrielle mise en œuvre lors de la conception, de la réalisation, et de la mise en service des équipements importants pour la sûreté d'une centrale nucléaire.

Il est également demandé d'informer l'ASN, et le cas échéant de prendre les dispositions correctives nécessaires, chaque fois que l'exploitant s'écarte significativement des règles, codes et normes ainsi explicitées.

La description des pratiques industrielles mises en œuvre sur les réacteurs français actuellement en exploitation s'est effectuée sous la forme de recueils thématiques appelés RCC (Règles de conception et de construction).

Les RCC mentionnées ci-après ont ainsi, dans leur intégralité ou partiellement, fait l'objet de prises de positions de la part de l'ASN au travers de RFS :

- le RCC-G : RFS V.2.b et V.2.h « règles générales applicables à la réalisation des ouvrages de génie civil » ;
- le RCC-M : RFS V.2.c « règles générales applicables à la réalisation des matériels mécaniques » ;
- le RCC-E : RFS V.2.d « règles générales applicables à la réalisation des matériels électriques » ;
- le RCC-C : RFS V.2.e « règles générales applicables à la réalisation des assemblages de combustible » ;
- le RCC-I : RFS V.2.f et V.2.j « règles générales relatives à la protection contre l'incendie ».

Étant donné que la conception du réacteur Atmea1 relève d'une approche évolutionnaire associée à des exigences de sûreté renforcées, de nouveaux recueils exposant les pratiques industrielles ont été élaborés spécifiquement pour les nouveaux réacteurs tels qu'Atmea1. Sur cette base, les RFS V.2.b, c, d, f (j), h sont considérées non applicables au réacteur Atmea1. En particulier, la RFS-V.2.c ne correspond pas aux nouvelles exigences de la réglementation relative aux équipements sous pression nucléaires.

En revanche, l'examen du RCC-C n'ayant pas révélé d'élément contradictoire à son application au réacteur Atmea1, la RFS V.2.e est applicable au réacteur Atmea1.

Compte tenu des droits régissant la propriété, l'ASN ne peut vous transmettre les versions à jour de ces règles et codes utilisés par EDF dans le cas du projet EPR de Flamanville 3. Pour plus d'informations, je vous incite à vous rapprocher des organismes détenteurs de ces règles (AFCEN ; EDF ; ...).

**ANNEXE 5 DU RAPPORT CODEP-DCN-2011-070548**  
**LETRE CODEP-DCN-2010-065219**  
**REACTEUR ATMEA1 - PREMIERE PHASE DE L'EXAMEN TECHNIQUE DES OPTIONS DE**  
**SURETE**

DIRECTION DES CENTRALES NUCLEAIRES

Paris, le 6 décembre 2010

**Réf. : CODEP-DCN-2010-065219**

**Monsieur Stephan Vom Scheidt  
Président de la société ATMEA  
Tour AREVA  
92084 PARIS LA DEFENSE cedex 9**

**Objet : Réacteur ATMEA 1  
Première phase de l'examen technique des options de sûreté**

**Réf. :** [1] Lettre ATMEA D-GE-09-0132 du 3 juillet 2009  
[2] Convention entre ATMEA et le groupement conjoint ASN-IRSN  
[3] Lettre ASN CODEP-SGE-2010-041282 du 18 juin 2010 – lettre de transmission à ATMEA de l'exemplaire original de la convention  
[4] Lettre ATMEA P-10-0016 du 18 juin 2010  
[5] Rapport ATMEA - PN048 - Options de sûreté du réacteur ATMEA 1  
[6] Rapport ATMEA - PN049 – Respect des exigences des directives techniques pour la conception et la construction de la prochaine génération de réacteurs nucléaires à eau sous pression  
[7] Directives techniques pour la prochaine génération de réacteurs nucléaires à eau sous pression (adoptées par les ministres chargés de la sûreté nucléaire en 2004)

Monsieur le Président,

Par votre lettre en référence [1], vous avez sollicité l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) afin de réaliser un examen technique des options de sûreté de votre projet de réacteur à eau sous pression (REP) ATMEA 1. Cet examen fait l'objet d'une convention (documents en références [2] et [3]) entre votre société et le groupement conjoint constitué par l'ASN et l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). Selon les termes de cette convention, l'examen technique est organisé en deux phases successives :

- phase 1 : examen des options de sûreté du réacteur ATMEA 1 permettant d'établir la liste des sujets à approfondir lors de la phase 2 et les documents support nécessaires. Cette phase n'inclut pas les aspects liés aux équipements sous pression nucléaires (ESPN) ;
- phase 2 : examen du rapport d'options de sûreté et des rapports complémentaires sur les aspects identifiés lors de la phase 1 et des options de conception des ESPN tels que définis dans l'annexe 1 de la convention.

Au titre de la phase 1, vous avez transmis, par lettre en référence [4], le dossier constitué :

- d'un rapport (référence [5]) présentant les options de sûreté de ce projet de réacteur ;
- d'un rapport (référence [6]) présentant votre position sur le respect des directives techniques pour la prochaine génération de réacteurs nucléaires à eau sous pression (référence [7]).

L'ASN note que votre dossier présente non seulement les options de sûreté d'ATMEA 1 mais également, pour certaines d'entre elles, des options de conception. Ces dernières permettent en effet d'asseoir la crédibilité des options de sûreté associées en illustrant leur déclinaison en termes de conception.

\*  
\* \*

### Aspects techniques

Conformément aux termes de la convention précitée, l'IRSN a conduit, au titre de la phase 1, l'examen technique de votre dossier (références [5] et [6]) et a formalisé le 19 novembre 2010 son avis où figurent notamment :

- une liste de sujets méritant un examen technique approfondi et une consultation du groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) en phase 2 ;
- les éléments justificatifs associés à la sélection de ces sujets.

Il convient de souligner que :

- a) ces sujets vous ont été présentés à l'occasion d'une réunion le 4 novembre 2010 et que le projet d'avis de l'IRSN, préalablement à sa finalisation, vous a été transmis pour recueillir vos commentaires ;
- b) au delà de l'évaluation technique des options de sûreté et tenant compte de son expérience acquise provenant de la pratique d'examen d'autres réacteurs dont ceux de la nouvelle génération, l'IRSN a également examiné les options de conception du réacteur afin d'identifier celles susceptibles d'être remises en cause ou de nécessiter des informations complémentaires à un stade de l'instruction ultérieur à l'examen des options de sûreté du réacteur.

Vous trouverez en annexe 1 la liste des sujets qui seront approfondis en phase 2<sup>1</sup>, essentiellement via des consultations du GPR. L'ASN estime que ces sujets sont structurants sur le plan de la sûreté pour le développement d'un nouveau réacteur de troisième génération et qu'ils méritent un approfondissement au regard du retour d'expérience de l'examen récent de la conception d'autres réacteurs. Sont par exemple concernées les options de conception relatives à l'enceinte de confinement, au contrôle-commande et à l'interface homme-machine ainsi qu'à certains systèmes ayant un rôle primordial sur le plan de la sûreté.

L'annexe 1 explicite également les sujets pour lesquels vous devrez transmettre, en vue des consultations du GPR, des rapports techniques complémentaires. Les informations attendues vous ont été communiquées à l'occasion des échanges mentionnés au a) ci-dessus.

---

<sup>1</sup> L'examen technique qui sera engagé en phase 2 pourrait, le cas échéant, mettre en évidence d'autres sujets qui viendront alors s'ajouter à la liste des sujets d'ores et déjà identifiés.

Vous trouverez en annexe 2 les sujets qui ne devraient pas nécessiter un examen technique approfondi en phase 2. Ces sujets feront néanmoins l'objet d'une présentation au GPR qui, le cas échéant, pourrait émettre des recommandations.

Enfin, vous trouverez en annexe 3 une proposition de programmes associés à chacune des quatre réunions du GPR prévues dans l'annexe 1 de la convention précitée. L'ASN souhaite que ces programmes fassent l'objet d'une discussion à l'occasion de la préparation des réunions du GPR, y compris afin de tenir compte des éventuelles interfaces techniques avec l'examen des ESPN.

\*  
\* \*

### Aspects contractuels

Le présent courrier, en identifiant la liste des sujets et la liste des documents attendus de votre part pour conduire l'examen technique en phase 2, marque le terme de la phase 1 décrite dans l'annexe 1 de la convention (référence [2]).

Conformément à cette convention, cette phase devra être conclue par un relevé contradictoire de réalisation signée des deux parties qui constitue son terme et l'engagement de la seconde phase de l'examen technique. Ce relevé contradictoire vous sera transmis par courrier séparé dans les meilleurs délais.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Président, l'expression de ma considération distinguée.

Le Directeur général de l'ASN,

**Jean-Christophe NIEL**



## LISTE DE DIFFUSION

### Copies externes :

- IRSN/DG
- IRSN/DAI/DDI
- ATMEA

### Copies internes :

- Collège
- DG
- DCN
- DEP
- SG:
- MEA
- DRD

**ANNEXE 1 A LA LETTRE CODEP-DCN-2010-065219**

**Sujets qui feront l'objet d'un examen approfondi en phase 2**

Certains acronymes utilisés en annexes 1 à 3 sont définis en annexe 4.

Sujets	Rapports additionnels à transmettre par ATMEA
Prise en compte du retour d'expérience	
Risques liés à la manutention et à l'entreposage des combustibles sur le site, au traitement des accidents impliquant la défaillance du refroidissement de la piscine de désactivation des combustibles irradiés	✓
Exhaustivité de la liste des accidents PCC	
Exhaustivité de la liste des accidents RCC-A	
Traitement des agressions externes et internes et des cumuls d'événements et des agressions	✓
Traitement de la chute accidentelle d'avion	✓
Classement et qualification des systèmes, structures et composants	
Le plan de masse	
EPS de niveau 1 préliminaire	✓
L'enceinte de confinement	✓
Le confinement dynamique (récupération des fuites BR et du BAS dans les diverses situations considérées) des bâtiments situés sur le radier principal	✓
Le contrôle-commande incluant l'interface homme-machine	✓
Les systèmes RIS et EAS/RRA (accumulateurs, imbrication EAS/RRA, absence d'ISBP)	✓
Les puisards de l'enceinte (risque de colmatage dans toutes les situations accidentelles)	
Le système EVU	✓
Les systèmes de refroidissement (source froide, SEC, RRI)	
Les systèmes électriques	✓

**Annexe 2 à la lettre CODEP-DCN-2010-065219**

**Sujets qui ne devraient pas faire l'objet d'une analyse approfondie en phase 2**

Les sujets qui ne devraient pas nécessiter une évaluation approfondie en phase 2 sont :

- les objectifs de sûreté ;
- les conséquences radiologiques ;
- la situation des options de sûreté par rapport aux directives techniques [7],
- les bases de conception du réacteur ATMEA1 ;
- la conception du cœur ;
- l'approche de sûreté adoptée pour les situations PCC ;
- l'approche de sûreté adoptée pour les situations RRC-A ;
- l'approche relative à « l'élimination pratique » de certaines situations accidentelles ;
- l'approche relative aux accidents graves ;
- l'approche relative aux facteurs humains ;
- la radioprotection ;
- le traitement des effluents et des déchets ;
- le vieillissement des structures, systèmes et équipements ;
- le démantèlement.

## ANNEXE 3 A LA LETTRE CODEP-DCN-2010-065219

### Proposition de programme pour les réunions du GPR

Vous trouverez ci-dessous la proposition de programme pour chacune des quatre réunions du GPR.

#### Réunion n°1 (prévue fin mai 2011) consacrée à :

- une présentation des options de sûreté ;
- une présentation de la conception du réacteur ATMEA1 ;
- une présentation de l'ensemble des thèmes qui ne devraient pas faire l'objet d'un examen technique approfondi en phase 2 mais :
  - aidant à la compréhension de l'ensemble ;
  - pouvant néanmoins donner lieu à des recommandations du GPR.

Ces sujets concernent :

- les objectifs de sûreté ;
- les conséquences radiologiques ;
- la situation vis-à-vis des directives techniques [7] ;
- les bases de conception du réacteur ATMEA1 ;
- la conception du cœur ;
- l'approche de sûreté adoptée pour les situations PCC ;
- l'approche de sûreté adoptée pour les situations RRC-A ;
- l'approche relative à « l'élimination pratique » de certaines situations accidentelles ;
- l'approche relative aux accidents graves ;
- l'approche relative aux facteurs humains ;
- la radioprotection ;
- le traitement des effluents et des déchets ;
- le vieillissement des structures, systèmes et équipements ;
- le démantèlement ;
- un examen technique :
  - de la prise en compte du retour d'expérience dans le projet ATMEA1,
  - l'exhaustivité de la liste des accidents PCC,
  - l'exhaustivité de la liste des accidents RRC-A.

#### Réunion n°2 (prévue fin juin 2011) consacrée principalement à un examen des systèmes importants pour la sûreté.

Sont envisagés d'être examinés à l'occasion de cette réunion les sujets suivants :

- le système RIS et EAS/RRA (accumulateurs, imbrication EAS/RRA, absence d'ISBP) ;
- les puisards de l'enceinte (risque de colmatage dans toutes les situations accidentelles) ;
- le système EVU ;
- les systèmes de refroidissement (source froide, SEC, RRI) ;
- les systèmes électriques ;
- le classement et la qualification des systèmes, structures et composants ;
- la manutention du combustible et le refroidissement du BK (PTR).

#### Réunion n°3 (prévue le 6 octobre 2011) :

Sont envisagés d'être examinés à l'occasion de cette réunion les sujets suivants :

- l'enceinte de confinement ;
- le confinement dynamique ;

- le traitement de la chute accidentelle d'un avion ;
- le traitement des agressions externes et internes dont l'incendie ;
- le plan de masse.

**Réunion n°4 (prévue le 14 octobre 2011) consacrée à :**

Sont envisagés d'être examinés à l'occasion de cette réunion les sujets suivants :

- le contrôle-commande incluant l'interface homme-machine ;
- l'EPS de niveau 1 préliminaire transmise par le projet ATMEA1 ;
- Conclusion globale.

**ANNEXE 4 A LA LETTRE CODEP-DCN-2010-065219**

**Glossaire**

BAS	Bâtiment des auxiliaires de sauvegarde
BK	Bâtiment combustible
BR	Bâtiment Réacteur
EAS	Système d'aspersion dans l'enceinte
EVU	Système de refroidissement du corium et d'aspersion dans l'enceinte
PCC	Condition de fonctionnement
PTR	Circuit de refroidissement des piscines du combustible
RRA	Système de refroidissement à l'arrêt
RRI	Système de refroidissement intermédiaire
SEC	Circuit d'eau secours
RRC-A	conditions correspondant à des défaillances multiples