

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

**Avis  
relatif au document d'orientations de sûreté du projet de  
réacteur ASTRID**

Réunion tenue à Montrouge le 27/06/2013

## I

Conformément à la demande du Président de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), formulée dans sa lettre CODEP-DRC-2012-049641 du 22 octobre 2012, le groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires s'est réuni le 27 juin 2013 pour donner un avis sur le document d'orientations de sûreté (DOrS) du projet de réacteur ASTRID, transmis par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) à l'ASN le 18 juin 2012.

## II

Le Groupe permanent a pris connaissance de l'analyse du DOrS du réacteur ASTRID par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

L'examen du Groupe permanent a plus particulièrement porté sur :

- les orientations de sûreté présentées dans le DOrS et les principaux objectifs de la conception d'un prototype de RNR-Na,
- la prise en compte du retour d'expérience des RNR-Na dans la définition de ces orientations,
- les principes généraux de sûreté et l'approche présentés dans le DOrS,
- la pertinence du référentiel réglementaire et de conception auquel il est fait référence dans le DOrS,
- les critères de sûreté préliminaires proposés.

Au cours de sa réunion, le Groupe permanent a émis les recommandations jointes en annexe au présent avis.

## III

La loi n°2006-739 du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs prévoit la mise en service d'un prototype de réacteur de quatrième génération à l'échéance du 31 décembre 2020. Le projet ASTRID (Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration) a vocation à répondre à cette demande ; il a pour objet l'étude et la réalisation d'un démonstrateur dont les options sont extrapolables à un réacteur commercial ; la puissance du réacteur sera de l'ordre de 600 MWe.

Chargé par l'Etat en 2010 de la conduite des études de conception de ce réacteur, le CEA s'est associé à AREVA et à EDF pour constituer une structure de projet dénommée « Projet ASTRID », ci-après dénommée « le Projet ».

Afin d'engager au plus tôt les discussions avec l'Autorité de sûreté nucléaire, le Projet a rédigé un « document d'orientations de sûreté » (DOrS) présentant les grandes orientations de sûreté qui guideront les concepteurs dans le choix et la validation des options de conception.

## IV

### Prise en compte du retour d'expérience des réacteurs de la filière à neutrons rapides refroidis au sodium (RNR-Na)

Le groupe permanent estime que les orientations présentées dans le DOrS tiennent compte de façon satisfaisante du retour d'expérience d'exploitation de la filière RNR-Na dans le monde ainsi que des conclusions des examens de sûreté réalisés en France sur les réacteurs de ce type, y compris le projet RNR-1500.

## Orientations retenues en termes d'objectifs de sûreté associés au réacteur ASTRID

Le groupe permanent estime que les objectifs généraux de sûreté du réacteur ASTRID, qui seront précisés au stade du dossier d'options de sûreté (DOS), doivent assurer un niveau de sûreté au moins équivalent à celui des réacteurs à eau de type EPR, et tenir compte de surcroît des enseignements tirés de l'accident de Fukushima, avec les adaptations nécessaires aux réacteurs de type RNR-Na. Le groupe permanent estime de plus que les objectifs généraux de sûreté qui seront retenus pour le réacteur ASTRID doivent tenir compte du rôle de démonstrateur de ce réacteur en vue du possible développement d'une filière RNR-Na de génération IV ; à cet égard, les objectifs particuliers qui seraient nécessaires dans la perspective du développement industriel de la filière devraient être précisés par le Projet.

### Référentiel réglementaire et para-réglementaire

Dans le cadre de l'élaboration du DOrS, le Projet n'a pas mené d'examen détaillé des référentiels réglementaire et para-réglementaire applicables. Le groupe permanent estime que ce travail devra être réalisé pour le DOS.

Pour ce qui concerne les risques toxiques liés à l'utilisation du sodium, il souligne que la simple application de certaines dispositions relatives aux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) ne permettrait pas d'assurer un niveau suffisant de maîtrise de ces risques ; dans ces conditions, il suggère que le Projet complète son approche par une approche déterministe fondée sur le principe de défense en profondeur, avec un souci d'optimisation.

### Classement des situations et méthodes d'analyse

Le groupe permanent estime que les principes de classement des situations de fonctionnement et les règles d'analyse associées, tels qu'exposés dans le DOrS, qui sont largement reconduits des réacteurs précédents, sont satisfaisants mais que les règles d'analyse devront être présentées de manière plus détaillée dans le DOS. Pour une même famille d'événements, le Projet ASTRID définira des situations classées dans les différentes catégories de conditions de fonctionnement jusqu'au domaine dit « hypothétique », permettant ainsi une progressivité dans la définition des dispositions de limitation des conséquences d'un incident ou d'un accident, ce que le groupe permanent estime satisfaisant.

Le groupe permanent note que le Projet ASTRID cherche à développer sa démarche de défense en profondeur au moyen de la méthode des lignes de défense et de mitigation : les lignes de défense visent à prévenir les accidents graves, les lignes de mitigation visent à limiter les conséquences de tels accidents. Le groupe permanent estime que l'utilisation de la méthode des lignes de défense et de mitigation à la conception permet d'orienter certains choix ; la démonstration de sûreté devra néanmoins être développée de façon plus systématique et étayée, y compris par la réalisation d'études probabilistes de niveau 1 et de niveau 2.

Le groupe permanent estime que, au stade du DOrS, les démarches de prise en compte des accidents graves et d'« élimination pratique » des situations susceptibles de conduire à des rejets importants ou précoces sont satisfaisantes. Il rappelle que la justification de l'« élimination pratique » d'une telle situation doit reposer de préférence sur des impossibilités physiques. En tout état de cause, les dispositions visant à prévenir ces situations doivent répondre à des exigences fortes de conception et d'exploitation.

Concernant la démarche de classement de sûreté, le groupe permanent considère que l'ensemble des règles permettant d'attribuer des classes de sûreté aux systèmes, structures et composants ainsi que les exigences associées à chacune de ces classes devront faire l'objet de propositions détaillées au stade du DOS.

Le groupe permanent souligne que la prise en compte des agressions externes pour le dimensionnement de l'installation doit faire l'objet d'une attention particulière, l'objectif étant que ces agressions ne remettent pas en cause l'ordre de grandeur du risque de fusion du cœur. Le groupe permanent suggère qu'un « domaine complémentaire des agressions externes » soit défini en complément du domaine de « dimensionnement de référence ». Il considère que les agressions et cumuls d'agressions à prendre en compte devront être spécifiés pour chacun des deux domaines précités.

#### Critères de sûreté relatifs au combustible et à la première barrière

Le groupe permanent note que le Projet définit des critères de sûreté relatifs à la première barrière qui serviront à déterminer les limites à respecter sur le combustible au cours de son irradiation. Ces critères permettront en particulier d'éviter la fusion du combustible dans les aiguilles dans les conditions de fonctionnement de catégories 1 à 3.

Concernant les critères de sûreté qui s'appliquent au combustible lors des périodes de manutention, le groupe permanent note qu'ils visent à conserver une géométrie refroidissable des assemblages dans les conditions accidentelles. Il estime qu'il conviendrait de rechercher le maintien de l'intégrité des gaines pour les conditions de fonctionnement de catégories 1 à 4.

#### Orientations relatives aux fonctions de sûreté et aux risques liés à l'utilisation du sodium

Le Projet poursuit actuellement un programme d'études visant à déterminer les dispositions de nature à améliorer le comportement naturel du cœur en situation incidentelle ou accidentelle. En particulier, il cherche à limiter l'effet de réactivité positif d'une vidange accidentelle du sodium du cœur (« effet de vide »). Le Projet a élaboré pour cela un concept de cœur dit « hétérogène » ; un tel choix devrait entraîner une modification sensible de la phénoménologie accidentelle difficilement modélisable par les outils actuellement disponibles. Le groupe permanent rappelle par ailleurs que la réduction de l'effet de réactivité positif de la vidange globale du cœur ne permet de renforcer la prévention et la limitation des conséquences que pour certains accidents pouvant affecter le cœur et qu'il convient également que soient examinés les effets de vide locaux (bouchage dans un assemblage, passage d'une bulle de gaz...).

Pour ce qui concerne l'évacuation de la puissance résiduelle (EPuR), le Projet a retenu de mettre en place des circuits diversifiés dédiés, capables de fonctionner en cas de fusion du cœur. Le groupe permanent note que, selon le Projet, les situations résultant d'une perte définitive de la fonction EPuR devraient être « pratiquement éliminées ».

Concernant le confinement des substances dangereuses, le groupe permanent note que le Projet vise à limiter les risques de bipasse des barrières. Toutefois, les « barrières de confinement » ne sont pas précisément décrites dans le DORS.

Le Projet cherche à séparer les zones de l'installation présentant des risques radiologiques de celles qui contiennent du sodium non radioactif afin notamment qu'un feu de sodium provenant d'un circuit intermédiaire ne risque pas d'agresser l'enclume de confinement ; les dispositions envisagées en vue de respecter cet objectif devront être développées au stade du DOS.

### Orientations relatives à la R&D en support à la sûreté

La justification de la conception du réacteur ASTRID reposera en partie sur des résultats de programmes de recherche et développement actuellement en cours de réalisation ou en projet. A cet égard, le groupe permanent note que le Projet a identifié les domaines pour lesquels des programmes de R&D sont nécessaires mais ne peut se prononcer au stade actuel sur la suffisance, la cohérence et les délais du programme de R&D. Il rappelle l'importance d'une qualification et d'une validation aussi complètes que possible des outils de calcul utilisés en support à la conception du cœur, y compris pour le domaine accidentel.

## V

Le groupe permanent considère que les orientations présentées dans le DOrS tiennent compte de façon satisfaisante des principaux éléments du retour d'expérience des réacteurs RNR-Na, ainsi que des études et des analyses de sûreté réalisées pour ces réacteurs.

Sur le plan des principes, la démarche de conception présentée et les principales pistes d'améliorations de la sûreté sont globalement satisfaisantes. Certains aspects devront néanmoins être revus ou précisés. De surcroît, les résultats des études en cours ou à venir sont susceptibles de faire évoluer certaines des orientations proposées dans le DOrS. Le groupe permanent souligne à ce sujet que les éléments présentés dans le DOrS ne permettent pas d'appréhender les solutions technologiques actuellement à l'étude, et donc d'apprécier leur faisabilité ou leur caractère suffisant en termes de sûreté. Le DOS devrait apporter les précisions nécessaires et permettre au groupe permanent de se prononcer de façon plus étayée.

---

**ANNEXE****RECOMMANDATIONS**Recommandation n°1

Le groupe permanent recommande que le Projet démontre la sûreté de son installation vis-à-vis des risques de rejets toxiques selon une approche déterministe complétée par des analyses probabilistes. Au stade du DOS, le Projet devra préciser la démarche qu'il compte mettre en œuvre à cette fin.

Recommandation n°2

Le groupe permanent recommande que le Projet définisse, au stade du DOS, la liste des structures, systèmes et composants (SSC) nécessaires à la gestion des situations du « domaine complémentaire des agressions externes » de façon à éviter les rejets précoces importants.

Le groupe permanent recommande que le Projet considère les situations du domaine complémentaire comme des situations normales pour le dimensionnement de ces équipements et adopte des critères adaptés aux exigences fonctionnelles de ces équipements.

Recommandation n°3

Le groupe permanent recommande que les agressions retenues pour dimensionner l'installation soient considérées pour tous les états de fonctionnement de l'installation.