

Synthèse de la consultation du public aux prescriptions complémentaires applicables à EDF pour le « noyau dur » des centrales nucléaires, définies à la suite du retour d'expérience de l'accident de Fukushima

La consultation du public a recueilli des commentaires et des questions de la part d'élus, d'associations, de particuliers, et de la part d'EDF, publiés sur le site internet de l'ASN.

En complément de l'expression d'opinions en faveur ou en défaveur de l'activité nucléaire, les commentaires ou questions ont notamment porté sur des points liés au contexte administratif de la prise de décision :

- la procédure de consultation et les conditions d'accès à l'information,
- l'indépendance de l'ASN,
- le périmètre de la consultation,
- la nature des demandes de l'administration à l'exploitant, constituée de prescriptions d'objectifs de sûreté à atteindre, au contraire de prescription de moyens,
- les délais de mise en œuvre des demandes de l'ASN par l'exploitant,
- l'état réel des installations.

En complément, des thématiques techniques ont fait l'objet de questionnements, et notamment :

- les facteurs humains et organisationnels,
- les agressions externes,
- la gestion accidentelle,
- les hypothèses et méthodes de conception du noyau dur,
- la mise en place d'enceintes géotechniques préventives.

Enfin, des questions techniques particulières ont été posées. Elles sont évoquées à la fin de cette synthèse.

A. Commentaires transmis par EDF

A.1. Recours à une EPS sismique

EDF attire l'attention de l'ASN sur les impacts très importants et non complètement cernés à ce jour du projet de prescriptions [ECS-ND7] fixant le niveau de séisme à retenir pour le noyau dur. EDF souligne que viser, de façon déterministe, pour le noyau dur un niveau de séisme très élevé et très peu plausible ne pourrait qu'entraîner une limitation du périmètre fonctionnel couvrable par le noyau dur et donc in fine une diminution de l'amélioration de sûreté recherchée. EDF souhaite donc pouvoir recourir à un niveau d'aléa sismique assurant en tout état de cause une réduction significative du risque de fusion du cœur, réduction qui serait évaluée au moyen d'une « étude probabiliste de sûreté (EPS) séisme ». Cette possibilité pourrait, selon EDF, permettre de conserver la couverture par le noyau dur de l'ensemble du périmètre fonctionnel recherché et écarter les cas où l'application du spectre issu du projet de prescription [ECS-ND7] pourrait conduire, pour les systèmes, structures et composants (SSC) existants du noyau dur, à des modifications non réalisables techniquement dans des conditions économiques acceptables (conformément à la définition de la « démonstration de sûreté nucléaire » donnée par l'article 1^{er}.3 de l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base), dans l'état actuel du savoir faire industriel d'EDF.

L'ASN confirme le caractère ambitieux du niveau d'aléa qui est fixé dans la prescription [ECS-ND7]. L'ASN ne souhaite pas intégrer la suggestion d'EDF visant à permettre l'utilisation d'EPS sismiques pour évaluer réduction du risque de fusion du cœur le niveau d'aléa sismique à retenir pour le noyau dur. En effet, le groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) et l'ASN ont exprimé à différentes reprises des réserves sur cette méthode qui nécessite des compléments importants avant de pouvoir constituer l'argumentaire principal d'une démonstration de sûreté. En tout état de cause, l'ASN considère que l'aléa à retenir pour le noyau dur doit être homogène entre les SSC nouveaux et ceux préexistants. En revanche, le caractère conservatif des méthodes de dimensionnement, requises par l'ASN à la prescription [ECS-ND9], pour les SSC nouveaux conduiront à des marges plus importantes pour ces SSC. Pour les SSC existant du noyau dur, la prescription [ECS-ND9] fixe les méthodes qui peuvent être utilisées pour justifier la tenue de ceux-ci aux aléas du noyau dur.

A.2. Recours aux meilleurs technologies disponibles

EDF suggère de retenir, dans la formulation du troisième « considérant » la terminologie qui figure dans de nombreux textes réglementaires tels que le code de l'environnement ou l'arrêté du 7 février 2012 en remplaçant « l'exploitant doit mettre en œuvre autant que raisonnablement possible les meilleures techniques disponibles pour la conception et la réalisation du noyau dur » par « l'exploitant doit mettre en œuvre les meilleures techniques disponibles dans des conditions économiques acceptables pour la conception et la réalisation du noyau dur ».

La formulation actuelle, faisant référence aux meilleures techniques disponibles est homogène avec l'arrêté du 7 février 2012 et la réglementation découlant du code de l'environnement¹. La suggestion d'EDF n'est donc pas retenue.

A.3. Délais de réponse aux prescriptions

EDF attire l'attention de l'ASN sur le fait que la réponse à certaines des prescriptions nécessitera des études nombreuses et complexes. EDF indique avoir d'ores et déjà prévu des programmes de travail incluant, suivant les cas, des inspections sur sites, des calculs de vérification de résistance complexes et en plusieurs étapes et dans certains cas, en fonction des résultats, des études de conception et de modifications. EDF demande l'évolution de plusieurs échéances attachées à des prescriptions relatives à des études préalables à la conception détaillée des modifications.

L'ASN ne conteste pas l'ampleur du programme de travail et des ressources qu'il est nécessaire qu'EDF déploie pour se conformer aux prescriptions fixées.

Les reports d'échéances demandés par EDF concernent des études préalables à la conception détaillée du noyau dur. Les échéances que l'ASN a fixées dans ses prescriptions sont incontournables pour permettre une vérification, suffisamment tôt, des hypothèses détaillées de conception du noyau dur. Repousser ces échéances rendrait difficile cette vérification et, dans le cas où l'ASN aurait des réserves, leur prise en compte ne serait pas compatible avec les délais de mise en place de certaines modifications dont les délais sont imposés par ailleurs.

B. Questions liées au contexte administratif de la prise de décision

B.1. Procédure de consultation et conditions d'accès à l'information

Les commentaires portent principalement sur le délai laissé à la consultation pour un sujet relativement important : le délai est jugé court et il est indiqué que la consultation n'a pas permis de laisser des commentaires jusqu'en fin de journée le dernier jour.

¹ Voir arrêté du 02/05/13 relatif aux définitions, liste et critères de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution)

En application de l'article L.120-1-1 du code de l'environnement, la consultation du public sur les décisions individuelles ayant une incidence sur l'environnement ne peut être inférieure à 15 jours. De ce fait, la procédure de consultation sur internet des projets de décisions individuelles est usuellement de 15 jours. Ce délai a été étendu par l'ASN à 3 semaines pour les projets de décisions fixant les prescriptions complémentaires relatives au noyau dur.

La consultation sur le site internet était effectivement close le dernier jour ; l'ASN a revu sa procédure de consultation pour permettre le recueil des commentaires sur une période de temps qui ne prête pas à confusion. L'ensemble des commentaires et questions qui sont parvenus par courrier électronique, y compris au-delà de la période de consultation indiquée, a été pris en compte.

Une synthèse des prescriptions qui semblent génériques aurait été appréciée (par paliers, par localisations géographiques).

Le processus de décision est un processus de décisions individuelles applicables à chacune des centrales nucléaires d'EDF. C'est la raison pour laquelle il existe une décision par site géographique. Ce choix a été retenu car les dispositions du noyau dur sont liées à chaque réacteur et piscine mais la mise en place de ces dispositions doit être coordonnée sur chacun des sites. La numérotation des prescriptions figurant dans chaque projet de décision permet d'identifier les prescriptions communes à plusieurs sites.

Le tableau ci-dessous récapitule les prescriptions applicables à chacun des sites :

	ND1	ND2	ND3	ND4	ND5	ND6	ND7	ND8	ND9	ND10	ND11	ND12	ND13	ND14	ND15	ND16
BEL	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X
BLA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
BUG	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X
CAT	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X
CIV	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X
CHI	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CHZ	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X
CRU	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
DAM	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FLA 1-2	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FLA 3	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X		
FSH	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X
GOL	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X
GRAV	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
NOG	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X
PAL	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PEN	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X
SAL	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SLB	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
TRI	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

La prescription ND6, qui demande la prise en compte pour la définition du niveau marin à retenir pour la conception du noyau dur, est spécifique aux sites de Blayais et Gravelines, sites pour lesquels l'effet des vagues n'avait pas été correctement pris en compte dans la proposition d'EDF.

La prescription ND15, qui demande l'étude des conséquences de la chute d'un emballage de transport, concerne les paliers CPY et P4. En effet, pour le palier CP0, la prescription [ECS-21] des décisions de l'ASN du 26 juin 2012 demandent d'ores et déjà une telle étude. Pour les paliers P4 et N4, la conception est différente et les emballages de transport ne vont pas l'objet de manutention du même type que ce qui est fait pour les paliers antérieurs.

La prescription ND16, qui demande l'étude de faisabilité des dispositions visant à éviter le percement du radier en cas de fusion partielle ou totale du cœur, n'est pas imposée au réacteur de Flamanville 3 puisque sa conception prévoit d'ores et déjà de telles dispositions (récupérateur de corium).

Il est regretté qu'il ne soit pas possible d'accéder au rapport de sûreté des installations, à jour de leurs modifications, et notamment qu'aucun plan ne soit disponible.

En application de l'article L. 125-10 du code de l'environnement, toute personne peut obtenir, auprès d'un exploitant d'une installation nucléaire de base, les informations qu'il détient sur les risques liés à l'exposition aux rayonnements ionisants pouvant résulter de cette activité et sur les mesures de sûreté et de radioprotection prises pour prévenir ou réduire ces risques ou expositions, dans les conditions définies aux articles L. 124-1 à L. 124-6. Ceci comprend en particulier le rapport de sûreté de l'installation, expurgé des éventuels éléments dont la consultation ou la communication porte atteinte aux intérêts mentionnés à l'article 6 de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978, qui doit être tenu à jour par l'exploitant en vertu de l'article 20 du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007.

L'ASN peut être saisie en cas de difficultés. Dans un tel cas, elle rappelle aux exploitants leurs obligations et, le cas échéant, peut transmettre elle-même les éléments dont elle a connaissance.

Quelques commentaires demandent le coût des travaux et s'interrogent sur l'obligation de mise en œuvre des meilleures techniques disponibles figurant dans un considérant à l'instar des pratiques pour les installations classées pour la protection de l'environnement.

EDF s'est exprimée dans les médias sur le coût de l'ensemble des modifications envisagées sur ses réacteurs, qu'elles découlent du retour d'expérience de l'accident de Fukushima ou non. L'ASN ne dispose pas d'information additionnelle sur le montant des travaux liés aux modifications visées par ces prescriptions.

Le troisième considérant relatif à la mise en œuvre, autant que raisonnablement possible, des meilleures techniques disponibles pour la conception et la réalisation du noyau dur est à comprendre dans le sens que l'exploitant ne peut pas s'exonérer d'une amélioration rendue possible par une technologie nouvellement disponible. Cette interprétation est homogène dans l'esprit avec l'utilisation des meilleures techniques disponibles pour les installations classées pour la protection de l'environnement, précisée à l'article 1 de l'arrêté du 2 mai 2013².

Plusieurs commentaires portent sur l'avancement des travaux et des mesures décidées par l'ASN à la suite des évaluations complémentaires de sûreté (ECS).

Les décisions de l'ASN du 26 juin 2012 ont imposé à EDF un ensemble de dispositions visant à augmenter dans les meilleurs délais, au-delà des marges de sûreté dont les centrales nucléaires disposent déjà, leur robustesse face à des situations extrêmes. A ce jour, EDF a respecté les échéances inscrites dans ces prescriptions. Un bilan détaillé de l'avancement des réponses à ces prescriptions a été mis en ligne sur le site internet de l'ASN.

De manière à tenir compte de ce commentaire, une exigence supplémentaire a été imposée à EDF qui devra publier annuellement un bilan actualisé de l'avancement des travaux, jusqu'à leur achèvement complet.

B.2. L'indépendance et les pouvoirs de sanction de l'ASN

Des commentaires portent sur l'importance de l'indépendance de l'ASN, mais certains indiquent que dans le cas où une décision a un impact sur la politique énergétique de la France et son outil industriel, il serait nécessaire de disposer d'une instance d'arbitrage.

Le champ de compétence de l'ASN se limite au contrôle de la sûreté des installations nucléaires et ne porte pas sur la politique énergétique de la France dont la responsabilité incombe au Gouvernement.

² Arrêté du 2 mai 2013 relatif aux définitions, liste et critères de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution)

L'ASN considère qu'il est important que la mission de contrôle des activités nucléaires soit déconnectée des choix de politique énergétique concernant l'utilisation de l'énergie nucléaire. Cette séparation est, conforme aux pratiques internationales modernes et aux recommandations de l'AIEA. Elle permet de garantir la prévalence des questions de sûreté. L'ASN considère néanmoins que des décisions concernant la sûreté nucléaire peuvent affecter la politique énergétique et vice versa. A ce titre, l'ASN a par exemple contribué, sous la forme d'un avis³, au débat national sur la transition énergétique.

Des commentaires regrettent que les décisions n'élargissent pas les pouvoirs de sanction de l'ASN.

Les pouvoirs de coercition ou de sanction dont l'ASN ou ses inspecteurs disposent sont fixés par la loi, en l'occurrence la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et la sécurité en matière nucléaire, désormais codifiée dans le code de l'environnement. L'ASN ne peut pas dans une de ses décisions, modifier ou élargir les pouvoirs dont elle dispose, notamment en matière de sanction.

L'ASN a proposé que cet élargissement soit inscrit dans la future loi relative à la transition énergétique.

B.3. Périmètre de la consultation

Des commentaires portent sur le périmètre de la consultation qui est limitée au noyau dur et qui ne porte pas sur l'ensemble des dispositions visées par l'avis du 3 janvier 2012⁴.

Le processus de consultation du public sur les décisions individuelles a été rendu obligatoire depuis le 1^{er} septembre 2013. L'ASN l'a mis en place, par anticipation, depuis juin 2013.

Ce sont les décisions du 26 juin 2012 qui ont traduit dans un texte juridiquement opposable les conclusions que tirait l'ASN de l'analyse des ECS, ainsi qu'elles figurent dans son avis du 3 janvier 2012 et en particulier son annexe II.

La consultation du public qui s'est déroulée du 18 novembre au 9 décembre 2013 porte sur des décisions nouvelles prises au vu des réponses apportées aux décisions du 26 juin 2012.

L'ASN a mis en ligne, le 23 janvier 2014, sur son site internet un bilan de l'avancement des mesures annoncées dans son avis du 3 janvier 2012.

B.4. La prescription d'objectifs de sûreté à l'exploitant, au contraire d'une prescription de moyens

Plusieurs commentaires portent sur le fait que les prescriptions fixent essentiellement des objectifs de sûreté, au contraire d'une prescription de moyens ou de modifications explicitement décrites.

La réglementation française applicable aux installations nucléaires, notamment l'article L. 593-6 du code de l'environnement, insiste sur la responsabilité première de l'exploitant vis-à-vis de la sûreté de son installation. En application de ce principe découlant également des principes fondamentaux érigés au niveau international par l'AIEA, les demandes qui sont faites à l'exploitant sont exprimées préférentiellement sous la forme d'objectifs de sûreté à atteindre en laissant l'exploitant déterminer les moyens à mettre en place pour atteindre ces objectifs sous réserve qu'il justifie l'adéquation de ces moyens. En outre, l'ASN ne s'interdit pas, si nécessaire, de prescrire certains moyens si elle considère qu'ils sont seuls à même de répondre à l'objectif qu'elle a fixé, mais elle ne le fait que dans des cas particuliers.

Une prescription par objectifs, uniformes sur l'ensemble des installations, permet de disposer d'un niveau de sûreté homogène, qui doit donc prendre en compte dans sa déclinaison par l'exploitant, l'état réel de chacune des installations et les spécificités liées à l'implantation des sites.

³ Avis n°2013-AV-0180 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 16 mai 2013 portant contribution de l'ASN au débat national sur la transition énergétique

⁴ Avis n° 2012-AV-0139 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 3 janvier 2012 sur les évaluations complémentaires de la sûreté des installations nucléaires prioritaires au regard de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi

Par ailleurs, l'ASN édite des guides sur des points techniques particuliers afin d'indiquer aux exploitants des méthodes considérées comme acceptables pour répondre à certains objectifs dont la mise en œuvre est complexe. Ces guides servent aussi à fixer le niveau d'exigence attendu dans les réponses des exploitants. Sur des thèmes en lien avec le retour d'expérience de l'accident de Fukushima, l'ASN a par exemple publié en 2013 son guide n°13 relatif à la protection des installations nucléaires de base vis-à-vis du risque d'inondation externe. Par ailleurs, dans le prolongement des nouvelles dispositions réglementaires introduites par l'arrêté du 7 février 2012⁵ renforçant les exigences relatives au traitement des écarts, l'ASN prévoit de publier en 2014 un guide d'application dans ce domaine.

La prescription par objectifs est perçue comme non contraignante pour les exploitants. Les décisions de l'ASN n'apparaissent pas impératives (certains commentaires utilisent les termes « avis » ou « recommandations »).

Les prescriptions que l'ASN fixe aux exploitants ont une valeur juridiquement contraignante. Un exploitant qui ne s'y conformerait pas serait mis en demeure par l'ASN. Si, à l'expiration du délai imparti, l'exploitant n'a pas déferé à la mise en demeure, l'ASN peut :

- *obliger l'exploitant à consigner une somme répondant au montant des travaux à réaliser ou du coût des mesures à prendre ;*
- *faire procéder d'office, aux frais de l'exploitant, à l'exécution des travaux ou des mesures prescrits ;*
- *suspendre le fonctionnement de l'installation ; cette mesure étant levée dès l'exécution des conditions imposées.*

En outre, s'il apparaît qu'une installation nucléaire présente des risques graves et imminents, l'ASN peut en suspendre le fonctionnement.

Au-delà de la prescription d'objectifs, l'ASN vérifie que ceux-ci sont effectivement atteints. Ainsi, pour répondre à une prescription d'objectifs, les exploitants réalisent généralement des études complémentaires puis procèdent à des modifications de l'installation qui font l'objet d'un examen préalable par l'ASN. L'ASN dispose donc de l'ensemble des éléments de vérification de l'atteinte des objectifs qu'elle prescrit. Elle peut procéder à des expertises, mener des inspections, demander des renforcements, des modifications ou mettre en demeure l'exploitant si elle considère que les objectifs ne sont pas atteints.

Pour ce qui concerne le noyau dur, la prescription [ECS-ND5] indique que les systèmes structures et composants constituant ce noyau dur sont des éléments importants pour la protection (EIP), au sens de l'arrêté du 7 février 2012. Ils entrent donc dans le périmètre d'application de la réglementation applicable aux installations nucléaires de base qui comporte diverses dispositions encadrant leur conception, leur mise en place et leur utilisation, ainsi que le contrôle par l'ASN de ces étapes.

B.5. Les délais de mise en œuvre des demandes de l'ASN par l'exploitant

La prescription par objectif induit des délais par rapport à une prescription de moyens pour la mise en place effective des dispositions nécessaires.

La mise en place de modifications sur les installations nécessite une étape de conception et une étape de construction et de validation avant la mise en place quel que soit le mode de prescription. Une prescription par objectif permet de contraindre l'exploitant à exercer sa responsabilité première vis-à-vis de la sûreté de son installation. En outre, une telle prescription a l'avantage de formuler une demande réglementaire au plus tôt dans le processus de conception, ce qui renforce la prise en compte des exigences de sûreté dès le début du processus de conception.

⁵ Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base

Des commentaires demandent d'expliquer le délai pour la mise en place du noyau dur alors qu'une grande partie des demandes figuraient dans l'avis de l'ASN du 3 janvier 2012 et dans les prescriptions du 26 juin 2012 et s'interrogent sur le besoin de ces nouvelles prescriptions.

L'avis de l'ASN du 3 janvier 2012 faisait suite à l'examen par l'ASN du résultat des évaluations complémentaires de sûreté qu'elle avait demandées par ses décisions du 5 mai 2011. Cet avis présentait la position de l'ASN sur la stratégie à mettre en œuvre pour améliorer le comportement des installations nucléaires face à des situations extrêmes du type de celles rencontrées dans le cadre de l'accident de Fukushima.

L'ASN a ensuite, par ses décisions du 26 juin 2012, donné un statut réglementaire à ces nouvelles exigences de sûreté et les a inscrites dans un calendrier. Ces décisions prescrivaient notamment la mise en place d'un noyau dur de dispositions matérielles et organisationnelle pour faire face à ces situations. Pour les dispositions du noyau dur dont les échéances de mise en place définitive sont les plus lointaines, les décisions de l'ASN du 26 juin 2012 ont imposé des dispositions transitoires sur la base de moyens fixes ou de moyens mobiles.

Les exploitants ont présenté leur proposition de solution pour le noyau dur le 30 juin 2012. Le dossier d'EDF a fait l'objet d'un examen les 13 et 20 décembre 2012 par le groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) placé auprès de l'ASN. Le GPR a rendu son avis le 20 décembre 2012 et a recommandé de compléter les objectifs de sûreté du noyau dur proposés par EDF et de préciser un ensemble d'hypothèses pour sa conception.

A la suite de nombreux échanges techniques avec les exploitants qui se sont tenus en 2013, l'ASN a précisé les objectifs de sûreté complémentaires, ainsi que ses demandes d'amélioration de la fonctionnalité du noyau dur et un certain nombre d'hypothèses de conception que l'exploitant devra prendre en compte pour garantir la disponibilité de son noyau dur à la suite de situations extrêmes. Ces demandes sont formulées dans de nouvelles prescriptions pour leur conférer un caractère réglementaire.

La mise en place du noyau dur nécessite des travaux importants et complexes, de la conception à la construction et aux essais de validation. Ces travaux doivent ainsi d'abord faire l'objet d'études de conception détaillées avant d'être engagés (EDF doit par exemple approvisionner 58 groupes électrogènes de secours d'une puissance de plusieurs mégawatts). Les délais imposés par l'ASN sont aussi réduits que raisonnablement possible pour intégrer ces contraintes. Ces diverses étapes sont encadrées par des dispositions spécifiques destinées à garantir leur parfaite exécution, qui nécessitent un délai minimal pour leur réalisation. Des délais trop serrés seraient susceptibles d'avoir, en fin de compte, pourraient conduire à défauts de qualité dans la réalisation des modifications.

Dans ses conclusions sur les peer reviews des stress tests réalisés après l'accident de Fukushima⁶, ENSREG a souligné le caractère ambitieux du contenu et des délais de mise en œuvre des mesures d'amélioration de la sûreté des centrales nucléaires imposées par l'ASN.

B.6. Prise en compte de l'état réel des installations

Le noyau dur sera composé de matériels neufs et de matériels existants. Dans la mesure où ces derniers sont amenés à jouer un rôle de sûreté dans le cas de situations au-delà de leur dimensionnement initial, leur conformité aux exigences de sûreté qui leur sont applicables est essentielle, d'autant que leur fonction au-delà du dimensionnement sera assurée par des systèmes qui ne seront pas redondants⁷, ce qui leur impose un niveau de fiabilité important.

Pour ce qui est du vieillissement des matériels existants utilisés dans le noyau dur et en particulier de la deuxième et de la troisième barrière de confinement, ceux-ci font l'objet de contrôles périodiques et d'essais dont l'objectif est de vérifier leur conformité et leur performance et, le cas échéant, de prescrire des réparations. A titre d'illustration le circuit primaire, le circuit secondaire et l'enceinte de confinement font l'objet d'essais sous pression décennaux. L'essai décennal des enceintes de confinement permet d'en vérifier la performance et de réaliser des travaux visant à en conforter l'étanchéité notamment par la pose de résines

⁶ Cf. <http://www.asn.fr/index.php/Les-actions-de-l-ASN/Le-contrôle/Evaluations-complémentaires-de-sûreté/Actualités-concernant-les-ECS/Rapport-sur-le-suivi-des-stress-tests-des-centrales-nucléaires>

⁷ On parle d'un système redondant lorsqu'il comporte deux voies indépendantes permettant chacune d'assurer la fonction de sûreté associée au système

si cela est nécessaire. La maîtrise du vieillissement de chaque réacteur, et notamment l'ensemble des résultats des essais décennaux, est examinée par l'ASN lors des réexamens de sûreté des réacteurs.

Une remarque indique la nécessité de proportionner les objectifs de sûreté imposés aux installations en fonction de leur âge.

La politique générale de l'ASN est de disposer d'un niveau de sûreté homogène sur les différentes installations. A ce titre, les objectifs de sûreté ne sont pas proportionnés à l'âge des centrales.

Il est possible que les prescriptions imposées par l'ASN pour mettre en œuvre cette politique conduisent certains exploitants à décider de mettre fin au fonctionnement de leur installation. Dans ce cas, un fonctionnement de durée limitée peut éventuellement être toléré sans la mise en place de l'intégralité des mesures demandées, selon des conditions qui seraient définies par l'ASN.

Un commentaire indique que la remise en conformité des installations se fait dans des délais longs à la suite de la découverte d'anomalies.

Les contrôles engagés par EDF à son initiative et les vérifications systématiques demandées par l'ASN conduisent à la détection d'écart aux exigences définies. Ceux-ci peuvent avoir diverses origines : problèmes de conception, défauts de réalisation lors de la construction, maîtrise insuffisante des opérations de maintenance, dégradations dues au vieillissement... L'ASN considère que les actions de détection des écarts, dont l'accomplissement est prescrit par l'arrêté du 7 février 2012, jouent un rôle important pour le maintien du niveau de sûreté des installations.

L'ASN exige que les écarts ayant un impact sur la sûreté soient corrigés dès que possible et en tenant compte de leur degré de gravité. C'est pourquoi, pour les écarts les plus significatifs, l'ASN examine les modalités et les délais de remise en conformité proposés par EDF. Pour réaliser cet examen, l'ASN prend en compte les conséquences réelles et potentielles de l'écart sur la sûreté. Le cas échéant, l'ASN peut interdire le redémarrage du réacteur ou décider de la mise à l'arrêt de l'installation tant que la réparation n'est pas réalisée. C'est le cas si le risque induit par un fonctionnement en présence de l'écart est jugé inacceptable et s'il n'existe pas de mesure palliative permettant de s'en affranchir. À l'inverse, un écart de moindre gravité peut être corrigé avec des délais plus longs si des contraintes particulières le justifient et si l'impact pour la sûreté est écarté. Ces contraintes peuvent résulter du délai nécessaire à la préparation des opérations de remise en conformité présentant toutes les garanties de sûreté. Par exemple, pour les anomalies de tenue au séisme, un élément de jugement sur l'urgence de la réparation réside dans le niveau du séisme pour lequel la tenue du matériel en cause reste démontrée. Dans les cas où il s'agit seulement de restaurer une marge de sécurité pour un équipement pour lequel EDF est en mesure de justifier la tenue à un niveau de séisme important, des délais de réparation plus longs peuvent être acceptés.

Comme rappelé précédemment, l'arrêté du 7 février 2012 a introduit de nouvelles dispositions réglementaires renforçant les exigences relatives au traitement des écarts. Dans le prolongement de ces nouvelles exigences réglementaires, l'ASN finalise un guide d'application concernant le traitement des écarts affectant les centrales nucléaires, afin d'encadrer explicitement les délais de remise en conformité des installations à la suite de la découverte d'une anomalie. Ce guide devrait être publié en 2014 après une consultation du public qui sera organisée au premier semestre.

Un commentaire s'interroge sur la mise en place des diesels d'ultimes secours temporaires.

Ces matériels, dont la mise en place était prévue au 30 juin 2013 par les prescriptions [ECS-18]-III des décisions de l'ASN du 26 juin 2012, sont opérationnels depuis le 30 juin 2013 pour alimenter le contrôle commande nécessaire en cas de perte des alimentations électriques externes et internes et pour l'éclairage de la salle de commande.

C. Des thématiques techniques ont fait l'objet de questionnements particuliers

C.1. Les facteurs humains et organisationnels

Des commentaires sur les facteurs humains et organisationnels portent sur le poids des facteurs humains dans les sources d'incident, notamment du fait de la pression exercée sur les personnels, sur le recours à la sous-traitance, sur les enjeux liés au renouvellement des générations, notamment du point de vue de la compétence et de la formation, du besoin de la part des intervenants « d'évoluer dans un cadre éthique ». Les commentaires insistent sur l'urgence de la prise en compte de ces sujets.

L'ASN estime que les FOH constituent une composante essentielle de la sécurité des personnes, de la sûreté et de la fiabilité des installations et des activités nucléaires. Ainsi, la majorité des incidents ont des causes directement liées aux facteurs organisationnels et humains. Par conséquent, l'ASN développe depuis plusieurs années ses actions et ses moyens de contrôle dans ce domaine :

- *lors de la création ou de la modification d'une installation ;*
- *lors des inspections et visites réalisées dans les installations en cours de construction, d'exploitation ou de démantèlement ;*
- *lors de l'analyse a posteriori d'incidents ou accidents survenus dans les établissements soumis au contrôle de l'ASN ;*
- *lors du réexamen de la sûreté des installations ;*
- *et plus largement lors de toute évaluation des mesures adoptées par un exploitant pour prendre en compte les FOH dans la sûreté et la radioprotection dans les activités nucléaires. A ce titre, les décisions du 26 juin 2012 comprennent, au-delà des mesures techniques de renforcement de la robustesse des installations, des prescriptions dans le domaine des FOH (amélioration et renforcement de la formation des opérateurs, prise en compte des conditions d'intervention en situation d'urgence, prise en compte de la charge psychologique pour les agents intervenants dans ces situations, etc.).*

En outre, à la suite de l'accident de Fukushima, l'ASN a mis en place en 2012 un Comité d'orientation sur les facteurs sociaux, organisationnels et humains (COFSOH) afin de faire progresser la réflexion et les travaux concernant la contribution de l'homme et des organisations à la sûreté des installations nucléaires.

Enfin, l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base a introduit des exigences nouvelles concernant les facteurs organisationnels et humains : surveillance des intervenants extérieurs par les exploitants nucléaires, encadrement des capacités techniques des exploitants et de leurs modifications, exigences sur la compétence et la qualification des personnes réalisant des activités susceptibles d'engendrer des risques. Ces exigences seront précisées en 2014 par une décision réglementaire de l'ASN qui fait l'objet d'une consultation du public du 24 janvier au 21 février 2014.

C.2. Les agressions externes

Un ensemble de commentaires indique que la neige extrême n'est pas prise en compte et peut engendrer des difficultés d'accès au site et des risques pour la toiture du bâtiment combustible.

La prescription [ECS ND8] I, demandait initialement à l'exploitant, « pour les agressions externes autres que le séisme et l'inondation, y compris les températures extrêmes, les hypothèses et modalités prises en compte pour la conception des SSC nouveaux et la vérification des SSC existants du noyau dur ». Cette prescription demandait donc à l'exploitant de présenter sa prise en compte de l'ensemble des agressions externes autres que le séisme et l'inondation ; la neige y est implicitement incluse.

L'ASN a pris en compte cette suggestion et l'a généralisée en complétant la prescription pour mentionner explicitement les précipitations extrêmes.

Un commentaire pose la question de la période de retour pour le séisme de dimensionnement.

La définition des sollicitations sismiques à prendre en compte pour la conception des installations est fondée sur une approche déterministe :

- *on postule que tout séisme connu dans la région du site (compte tenu des observations historiques sur une période de l'ordre de 1000 ans) est susceptible de se reproduire avec les mêmes caractéristiques à la position la plus défavorable vis-à-vis de l'installation tout en restant compatible avec les données géologiques et sismiques ;*
- *on en déduit l'intensité du « séisme maximum historiquement vraisemblable » (SMHV) ;*
- *dans le cadre d'une démarche de sûreté et pour tenir compte des incertitudes sur les données et les connaissances, un degré d'intensité sur l'échelle MSK⁸ est arbitrairement ajouté au SMHV pour définir le « séisme majoré de sécurité » (SMS) ;*
- *l'installation est alors conçue pour résister à un niveau d'agression au moins équivalent à celui du SMS ; l'arrêt sûr du réacteur, le refroidissement du combustible et le confinement des produits radioactifs doivent être assurés pour de tels séismes :*
- *cette approche tient également en compte des effets de sols et des paléoséismes⁹.*

Puisque fondés sur les séismes passés observés depuis environ 1 000 ans en intégrant des hypothèses pénalisantes, les niveaux de SMS sont, par construction, représentatifs d'une période de retour entre 1000 et 10 000 ans.

Compte tenu de la standardisation du parc de réacteurs nucléaires exploités en France, EDF a introduit la notion de séisme de dimensionnement : il s'agit d'un spectre enveloppe des différents spectres SMS associés aux différents sites d'un même palier. Cette valeur n'est donc pas caractéristique du site et n'est donc pas comparable directement avec des périodes de retours issues de méthodes probabilistes.

Pour ce qui concerne le noyau dur, l'ASN a retenu une définition d'un aléa qui comporte une composante définie de manière probabiliste avec une période de retour de 20 000 ans qui correspond à deux fois la valeur de référence préconisée au niveau européen pour le dimensionnement des installations nouvelles. Ce niveau sismique pour le noyau dur est applicable aux matériels neufs ainsi qu'aux matériels existants.

Un commentaire indique que le séisme n'est pas la cause de l'accident de Fukushima mais que c'est le tsunami qui en est la cause.

La part prépondérante de l'accident de Fukushima est due à la perte de l'ensemble des sources électriques externes et internes et de la source froide de la centrale pour lesquelles le tsunami a joué un rôle majeur.

On peut toutefois rappeler que le séisme a participé à la séquence d'évènements qui a conduit à l'accident, par la perte de sources électriques externes notamment.

⁸ L'échelle d'intensité utilisée actuellement en France et dans la plupart des pays européens est celle mise au point en 1964 par Medvedev, Sponheuer et Karnik, dite échelle MSK. Les degrés d'intensité qui caractérisent le niveau de la secousse sismique et les effets associés sont numérotés de I à XII. Cette évaluation qualitative très utile ne représente en aucun cas une mesure d'un quelconque paramètre physique des vibrations du sol. Il arrive que l'intensité, compte-tenu de la difficulté à la chiffrer précisément, soit donnée à un degré près :

I	secousse non ressentie, mais enregistrée par les instruments
II	secousse partiellement ressentie, notamment aux étages
III	secousse faiblement ressentie ; balancement des objets suspendus
IV	secousse largement ressentie dans les habitations ; tremblement des objets
V	secousse forte ; réveil des dormeurs ; chute d'objets ; parfois légères fissures des plâtres
VI	légers dommages ; parfois fissures dans les murs ; frayeur de nombreuses personnes
VII	dégâts ; larges lézardes dans les murs de nombreuses habitations ; chute de cheminées
VIII	dégâts massifs ; les habitations les plus vulnérables sont détruites ; presque toutes subissent des dégâts importants
IX	destruction de nombreuses constructions ; chute de monuments et de colonnes
X	destruction générale des constructions, même les moins vulnérables
XI	catastrophe ; toutes les constructions sont détruites
XII	changement de paysage ; énormes crevasses dans le sol, vallées barrées, rivières déplacées...

⁹ Paléoséisme : séisme ayant laissé des traces de déformations dans les couches géologiques superficielles

Il n'y a pas de prise en compte de la malveillance et de l'agression terroriste.

La démarche ECS consiste en une réévaluation ciblée des marges de sûreté des installations nucléaires à la lumière des événements qui ont eu lieu à Fukushima, à savoir des phénomènes naturels extrêmes (séisme, inondation et leur cumul) mettant à l'épreuve les fonctions de sûreté des installations et conduisant à un accident grave.

Les actes de malveillance n'ont pas été retenus en tant que cause d'accident dans le cadre des ECS car cette démarche a été conçue pour évaluer la robustesse des installations au regard des événements extérieurs survenus à Fukushima. Cependant, les ECS couvrent de fait une partie des conséquences qui pourraient être causées par des actes de malveillance. Ainsi, la perte des principaux systèmes de sûreté (alimentation électrique, source froide, confinement) et les accidents graves ont été spécifiquement abordés dans le cadre des ECS, sans prendre en compte l'origine de cette perte.

Un commentaire s'interroge sur la prise en compte, pour l'inondation, de la remontée d'eau par le sol.

Le guide n°13 de l'ASN relatif la protection des installations nucléaires de base contre les inondations externes, issu notamment de retour d'expérience de l'incident de la centrale nucléaire du Blayais en 1999 et publié le 11 avril 2013, est applicable pour la conception du noyau dur et prend en compte ce type de phénomènes.

C.3. Les hypothèses et méthodes de conception du noyau dur

Un commentaire regrette que les prescriptions ne soient pas plus diversifiées en visant spécifiquement chaque équipement sous pression et les circuits de secours mais aussi chaque partie des bâtiments nucléaires (BR, BK, BAN).

Les évaluations complémentaires de sûreté des installations nucléaires françaises, réalisées à la suite de l'accident de Fukushima, ont donc conduit à examiner leur comportement face à des situations extrêmes. Cet examen a mis en évidence que la résistance des installations à des scénarios dépassant ceux imaginés lors de la conception ou des réexamens de sûreté devait être améliorée : c'est l'objet du noyau dur de renforcer la robustesse d'un nombre limité de matériels structures et composants, et non pas de l'ensemble de l'installation, de manière à gérer des situations extrêmes qui vont au-delà des hypothèses retenues pour le dimensionnement actuel des centrales.

Ces dispositions constituent une ligne de défense supplémentaire visant à maintenir les fonctions fondamentales de sûreté dans ces situations. Elles concernent préférentiellement des matériels neufs mais comprennent également des SSC existants et se substitueront aux dispositions normales de la centrale dans le cas de leur défaillance pour des situations extrêmes, au-delà de leur dimensionnement.

Comme rappelé plus haut, les prescriptions imposées par l'ASN fixent des objectifs à atteindre. Il appartient ensuite à l'exploitant de vérifier les implications de ces prescriptions sur les différentes parties de son installation. L'ASN contrôlera l'exhaustivité des dispositions proposées par l'exploitant en réponse à ces prescriptions.

Un commentaire porte sur la prise en compte des coupures électriques dans les systèmes de secours électriques notamment par diesel.

Les systèmes électriques devant faire l'objet d'un secours non interruptible sont secourus à court terme par des batteries et à ce titre sont protégés des coupures. Leur alimentation à plus long terme est assurée par des groupes électrogènes diesels.

Un commentaire porte sur la portée de la prescription [ECS-ND4] sur le besoin d'indépendance du système électrique et de contrôle commande et sa redondance avec les prescriptions demandant la mise en place d'un secours électrique.

Cette prescription vise à compléter la demande de mise en place d'un secours électrique par un critère de conception de la distribution électrique et du contrôle-commande qui sera utilisé pour le noyau dur (indépendance des systèmes

existants). Cette prescription vise à prendre en compte le retour d'expérience d'incidents électriques survenus sur des centrales dans lesquels la défaillance d'un système électrique non classé de sûreté a eu un impact sur un système classé de sûreté.

Des commentaires soulignent l'importance de la chute des grappes en situation noyau dur.

Cette demande importante est prise en compte par la prescription [ECS-ND13].

Des commentaires notent le caractère inutile de demandes qui ont déjà été faites dans d'autres cadres sur l'instrumentation.

Les projets de prescription complètent certaines demandes déjà formulées par l'ASN, en imposant notamment la prise en compte des agressions externes extrêmes et, dans certains cas, la mise en place de matériels redondants qui n'était pas à ce jour requise.

C.4. La gestion accidentelle

Plusieurs commentaires indiquent que le noyau dur n'est fait que pour prendre en compte les accidents graves (échelle INES 6 et 7) et pas des accidents moins graves mais probablement plus fréquent (échelle INES 4 et 5).

L'échelle INES est une échelle médiatique qui est utilisée pour classer les incidents et les accidents en fonction de leur impact potentiel et de leur impact réel. Elle n'est pas directement utilisée pour construire la démonstration de sûreté qui est fondée sur les principes de prévention et de mitigation des accidents et l'application du concept de défense en profondeur.

Le noyau dur est destiné à renforcer la capacité des opérateurs à conserver la maîtrise des fonctions vitales de sûreté des centrales nucléaires afin d'éviter des rejets massifs. A ce titre, il constitue une ligne de défense complémentaire aux dispositions prévues à la conception des centrales nucléaires et périodiquement réévaluées dans le cadre des réexamens de sûreté décennaux. Ainsi que cela a été présenté plus haut, la conception des centrales nucléaires comprend à la fois des dispositions de prévention des incidents et accidents, de maîtrise des accidents avec ou sans fusion du cœur, ainsi que de limitation des conséquences d'un accident avec fusion du cœur, et ceci pour les situations prises en compte pour le dimensionnement des installations.

Pour ce qui concerne le noyau dur, qui vient en complément des mesures de prévention déjà en place dans les centrales nucléaires, les objectifs de sûreté fixés par l'ASN dans les décisions du 26 juin 2012 prévoient qu'il assure à la fois la prévention des accidents graves et la limitation des conséquences à la suite de situations extrêmes. Ces dispositions visent donc à la fois à réduire le risque d'accident et, s'il survenait, à rester capable de gérer ses conséquences, et ceci indépendamment du niveau INES de l'accident.

Un commentaire porte sur la performance des filtres à sable qui, en cas d'accident nucléaire, filtrent les rejets radioactifs mais ne piègent pas l'ensemble des radioéléments.

En cas d'accident grave, des rejets sont susceptibles de survenir du fait de la montée en pression dans l'enceinte. Pour les centrales actuellement en fonctionnement, le dispositif d'éventage filtration permet d'éviter la perte du confinement de l'enceinte par surpression en mettant en œuvre une procédure volontaire de rejet, via un exutoire filtrant. Cette filtration permet de limiter significativement les rejets radioactifs, notamment les produits de fission à vie longue comme le césium. Les performances de filtration des iodes radioactifs sont plus limitées.

La prescription [ECS ND1] III demande à l'exploitant « l'étude des dispositions permettant l'évacuation de la puissance résiduelle hors de l'enceinte sans ouverture du dispositif d'éventage de l'enceinte de confinement lors des situations noyau dur ». Cette disposition permettra de réduire la pression dans l'enceinte par l'utilisation d'un échangeur thermique destiné à condenser les gaz condensables contenus dans l'enceinte en cas d'accident (vapeur d'eau) et de supprimer ou limiter le besoin d'ouverture de l'évent filtré.

Si, à l'issue des études, il s'avérait impossible de mettre en place une telle mesure, l'ASN demanderait à l'exploitant d'améliorer la performance de la fonction de filtration sur la base des meilleures techniques disponibles. A cette fin, l'ASN analyse actuellement la réponse transmise par EDF à la prescription [ECS-29] des décisions du 26 juin 2012 qui demandait une étude détaillée sur les possibilités d'amélioration du dispositif actuel d'éventage filtration de l'enceinte de confinement, notamment pour la filtration des iodes radioactifs.

Un commentaire porte sur la vitesse de recombinaison de l'hydrogène par les recombineurs hydrogène en cas d'accident.

En cas d'accident avec fusion du cœur, l'oxydation exothermique des métaux en contact avec de l'eau dégage de l'hydrogène. L'hydrogène va former avec l'atmosphère de l'enceinte de confinement un mélange qui peut, sous certaines conditions de concentration, présenter les conditions favorables à une déflagration ou une détonation.

A la demande de l'ASN, EDF a installé, sur l'ensemble des réacteurs, des recombineurs autocatalytiques passifs (RAP) dans l'enceinte de confinement des réacteurs. Ces recombineurs ont pour rôle de recombinaison l'hydrogène avec l'oxygène de l'atmosphère de l'enceinte au fur et à mesure de sa production. Les critères de dimensionnement du système de recombineurs ont été fixés par l'ASN. Ils portent sur :

- *la pression maximale développée dans l'enceinte à la suite d'une combustion complète de l'hydrogène ;*
- *la concentration moyenne maximale de l'hydrogène dans l'enceinte de confinement ;*
- *la limitation des concentrations locales en hydrogène.*

L'ASN considère que le système de recombineurs retenu par EDF permet de réduire significativement le risque d'explosion d'hydrogène en cas d'accident grave et constitue un progrès en termes de sûreté. Les études réalisées montrent néanmoins que, malgré les performances des recombineurs, la formation d'un mélange hydrogène-oxygène reste un enjeu important pendant certaines périodes de certains scénarios accidentels lors desquels la cinétique de production d'hydrogène peut être très importante au regard de la cinétique de recombinaison par les recombineurs. Les études probabilistes montrent cependant que la probabilité qu'un tel phénomène conduise à des rejets importants est très faible.

L'ASN a donc demandé à EDF la poursuite de ses programmes de recherche en ce qui concerne les modes de production d'hydrogène et la détermination des phénomènes dynamiques afin de réaliser une analyse fine des concentrations locales en hydrogène dans les compartiments de l'enceinte, des risques d'inflammation, d'accélération de flamme et de transition déflagration-détonation associés. À l'issue d'une réunion tenue avec EDF et l'IRSN en juin 2012, l'ASN a souligné que les avancées faites par EDF dans les études étaient notables : les enseignements tirés des programmes de recherche d'EDF conduisent à une évolution des connaissances qui s'accompagne de la mise à disposition de nouveaux logiciels pour l'analyse des risques hydrogène en accident grave et qui devraient être valorisés pour améliorer la démonstration de sûreté.

Des dispositions ont été également retenues par EDF pour éviter certaines des situations pouvant amener une importante production d'hydrogène, par exemple en arrêtant (pendant une durée limitée) des injections d'eau de faible débit dans la cuve au début de la fusion du cœur (l'eau injectée pouvant temporairement accélérer l'oxydation des gaines sans refroidir le combustible).

Un commentaire fait référence aux risques liés aux interactions entre corium et eau qui ne serait pas traité correctement.

Les risques liés à l'hydrogène produit du fait de l'interaction entre les gaines du combustible en dégradation et l'eau est traité ci-dessus.

L'autre risque associé aux interactions entre corium et eau est celui de l'« explosion vapeur » qui pourrait survenir dans certaines circonstances d'accident. L'interaction du corium avec de l'eau, en cas d'accident grave avec fusion du cœur et formation de corium, fait l'objet d'études au niveau international dans le cadre de la recherche sur les accidents graves. Un effet favorable de cette interaction peut être le refroidissement du corium par l'eau ; un effet défavorable pourrait être une création importante et rapide de vapeur et une réaction appelée « explosion vapeur ». Les études réalisées jusqu'à présent sur l'explosion vapeur ont permis de préciser les phases au cours desquelles ce phénomène pourrait survenir : il faudrait une quantité d'eau importante et une dispersion assez fine du corium dans l'eau. Ces conditions pourraient être réunies au moment où la cuve est percée, si de l'eau se situe à cet instant dans le puits de cuve.

En cas d'explosion vapeur, les études menées par EDF montrent une bonne capacité de l'enceinte à résister aux chargements résultant d'une explosion vapeur. D'après EDF, son intégrité ne serait donc probablement pas remise en cause dans cette situation.

Des études et des essais sont actuellement en cours au niveau international afin de mieux caractériser ce risque.

Un commentaire porte sur le fait que l'isolement de l'enceinte est contenu dans le noyau dur et indique que le point important est l'étanchéité de l'enceinte.

Les enceintes de confinement font l'objet de contrôles et d'essais destinés à vérifier leur conformité aux exigences de sûreté. En particulier, leur comportement mécanique doit garantir une bonne étanchéité du bâtiment réacteur si la pression à l'intérieur de celui-ci venait à croître significativement au-dessus de la pression atmosphérique, ce qui peut survenir dans certains accidents. C'est pourquoi des essais de mise en pression de l'enceinte interne sont effectués, à la fin de la construction, puis lors des visites décennales.

L'isolement de l'enceinte de confinement en cas d'accident est une fonction de sûreté qui consiste à fermer automatiquement toutes les vannes qui traversent l'enceinte et qui peuvent être fermées sans présenter de risques pour la sûreté. La demande de l'ASN consiste donc à inclure cette fonction de sûreté dans le noyau dur.

Divers commentaires portent sur les exigences de sûreté applicables au bâtiment combustible, en particulier son confinement ou encore la prise en compte d'une fuite non compensable dans les piscines de désactivation du combustible.

Le bâtiment abritant la piscine d'entreposage du combustible (BK), adossé au bâtiment réacteur, sert pour l'entreposage des assemblages combustibles neufs et usagés. Le combustible est maintenu immergé dans les alvéoles placées dans la piscine. L'eau de celle-ci, mélangée à de l'acide borique, sert d'une part, à absorber les neutrons émis par les noyaux des éléments fissiles, pour éviter d'entretenir une fission nucléaire et, d'autre part, d'écran radiologique. Le refroidissement de l'eau de la piscine est assuré par le circuit de traitement et de réfrigération des eaux de piscines (PTR). C'est aussi l'eau des piscines qui garantit le confinement des produits radioactifs.

Le dimensionnement du confinement du bâtiment combustible a été effectué en prenant en compte la chute et la rupture d'un assemblage de combustible lors de sa manutention sous eau dans la piscine de désactivation. Les éléments non retenus par l'eau de la piscine combustible seront captés par le système de ventilation du hall piscine et filtrés par des filtres et des pièges à iode. Dans le cas d'un accident par perte de refroidissement en piscine, la perte de refroidissement engendrera l'ébullition de l'eau qu'elle contient. Le confinement dynamique ne serait alors plus efficace, la filtration par le système de ventilation du hall piscine n'étant pas efficace en présence de la vapeur d'eau dégagée par l'ébullition de la piscine de combustible. De plus, le bâtiment combustible est constitué d'un toit en bardage métallique et de voile béton de faible épaisseur. Le bâtiment combustible n'est donc pas conçu pour assurer un confinement statique en cas d'augmentation de pression liée à un dégagement de vapeur consécutif à une ébullition de la piscine de combustible.

Il est donc essentiel, pour garantir la sûreté de l'entreposage du combustible dans les piscines, de garantir un inventaire en eau suffisant.

Pour garantir la sûreté des piscines, il est nécessaire que le risque de découverture des assemblages combustibles soit éliminé. Cette exigence de sûreté se décline par la mise en œuvre de dispositions techniques. C'est la raison pour laquelle les prescriptions des décisions de l'ASN du 26 juin 2012 complétées par celles encadrant la mise en place du noyau dur visent à :

- *garantir l'intégrité des piscines,*
- *limiter le risque de vidange par siphonage,*
- *permettre un appoint en eau avec des moyens fixes renforcés,*
- *vérifier les conditions d'intervention dans le bâtiment combustible pour faire des appoints sur la base de moyens mobiles le cas échéant.*

La demande d'étude à EDF de dispositions visant à éviter le percement du radier en cas de fusion partielle ou totale du cœur a fait l'objet de plusieurs commentaires, soulignant soit le besoin de dispositifs de type « récupérateur de corium », soit, au contraire, considérant que ce dispositif est inutile dans la mesure où il est préférable de traiter la question en amont.

L'ASN considère que les dispositions du noyau dur proposées par l'exploitant et complétées par ces prescriptions permettront d'améliorer la sûreté pour les situations extrêmes. En complément et au titre de la défense en profondeur, l'ASN demande, dans la prescription [ECS-ND16], à EDF d'étudier la faisabilité de dispositions complémentaires visant à éviter le percement du radier en cas de fusion totale ou partielle du cœur et percement de la cuve.

C.5. La mise en place d'enceintes géotechniques préventives

Un commentaire indique le besoin d'enceintes géotechniques complémentaires notamment du fait que du tritium a été trouvé dans certaines nappes d'eau souterraines.

Ce commentaire fait référence à la prescription [ECS 17] des décisions du 26 juin 2012.

Les études relatives à la faisabilité de la mise en place de ces enceintes ont été transmises par EDF et sont en cours d'analyse par l'IRSN et l'ASN. L'IRSN devrait rendre fin juin 2014 ses conclusions sur la faisabilité et l'intérêt d'enceintes de ce type.

Les enceintes étudiées dans ce dossier ne viseront pas à supprimer totalement le risque de diffusion d'éléments radioactifs par les eaux souterraines en cas de percement du radier mais viseront à ralentir fortement une telle diffusion.

Cette disposition est, à ce stade, étudiée au titre de la défense en profondeur. Elle s'inscrit dans un ensemble de mesures relatives à la prévention de la fusion du cœur et à la limitation des conséquences des accidents imposées par les prescriptions de l'ASN sur la mise en place du noyau dur ou en cours d'étude (cf. prescription [ECS-ND 16] de faisabilité des dispositions visant à éviter le percement du radier en cas de fusion partielle ou totale du cœur en situations noyau dur). La mise en place de ce type d'enceinte sera donc évaluée au vu de l'efficacité des mesures déjà demandées ou en cours d'étude et de l'apport attendu vis-à-vis de l'amélioration de sûreté.

C.6. Divers

Le projet de prescription [ECS ND12] est perçu comme le renouvellement de demandes déjà faites sur la conduite des situations extrêmes.

Les situations extrêmes retenues pour le noyau dur font l'objet d'une définition afin de permettre à l'ingénierie de l'exploitant de concevoir et de construire des modifications. Ces agressions extrêmes sont très supérieures aux agressions initialement retenues par l'exploitant dans le cadre du dimensionnement ou à l'occasion de leur réévaluation périodique dans le cadre des réexamens de sûreté décennaux.

L'objet de la prescription [ECS ND12] consiste à demander une étude de robustesse à l'exploitant pour évaluer le comportement de son installation dans le cas où une agression serait encore plus importante que celle retenue pour le noyau dur et d'identifier les situations auxquelles il serait en mesure de faire face sur la base de ces nouveaux moyens fixes et de ses moyens mobiles (noyau dur et FARN notamment). Il s'agit donc d'une demande d'étude de robustesse des dispositions (noyau dur) qui sont déjà prévues pour aller très au-delà des situations de dimensionnement actualisées.

Un commentaire indique que le fonctionnement de certaines centrales en suivi de charge présente des risques.

Le mode de fonctionnement d'un réacteur électrogène (base ou suivi de charge) est défini dans le rapport de sûreté de l'installation nucléaire à laquelle appartient le réacteur. Il est pris en compte explicitement dans les études démontrant la sûreté de cette installation. Ces études sont examinées par l'ASN avant la mise en service de l'installation et avant chaque modification de celle-ci susceptible d'affecter la sûreté.

Par rapport au fonctionnement en base, le fonctionnement en suivi de charge provoque :

- *un plus grand nombre de mouvements des mécanismes de commande du réacteur, ce qui amène à remplacer plus fréquemment certaines de leurs pièces,*
- *des sollicitations particulières sur le combustible, qui font l'objet d'études spécifiques pour garantir l'absence de risques pour les gaines contenant la matière fissile,*
- *des sollicitations mécaniques plus nombreuses sur certains circuits, dont la résistance à ces sollicitations est vérifiée.*

Du fait de ces démarches et précautions, le fonctionnement en suivi de charge ne crée pas d'accroissement des risques liés à l'exploitation des réacteurs.

Un commentaire invite l'ASN à diffuser sa pratique auprès d'autres autorités de sûreté.

Comme pour l'ensemble des sujets importants, les discussions relatives aux suites de l'accident de Fukushima se tiennent dans des cadres multilatéraux et institutionnels (AIEA, OCDE, ENSREG, WENRA, MDEP...) et dans le cadre des relations internationales bilatérales notamment entre l'ASN et ses homologues.