

# L'après-Fukushima : la résilience des centrales nucléaires doit être renforcée

Par Jean-Christophe NIEL \*

**Malgré toutes les précautions prises en matière de conception, de construction et de fonctionnement des installations nucléaires, un accident ne peut jamais être exclu ; il convient donc de prévoir, de tester et de réviser régulièrement les dispositions permettant de faire face à une situation d'urgence radiologique, même la plus improbable.**

**L'Autorité (française) de Sécurité Nucléaire (ASN) veille à la mise en œuvre d'une démarche d'amélioration continue du niveau de sûreté des installations nucléaires pour mieux prévenir les accidents et en limiter les conséquences éventuelles. À la suite de l'accident nucléaire de Fukushima, l'ASN a imposé un renforcement significatif des marges de sûreté notamment par la mise en place d'un « noyau dur » de mesures visant à renforcer la robustesse des installations face à des situations extrêmes.**

## La défense en profondeur pour prévenir les accidents et en limiter les conséquences éventuelles

Le principal moyen de prévenir les accidents nucléaires et de limiter leurs conséquences éventuelles est la « défense en profondeur ». Celle-ci consiste à mettre en œuvre des dispositions matérielles et/ou organisationnelles (parfois appelées « lignes de défense ») organisées en niveaux consécutifs, indépendants les uns des autres et capables de s'opposer au développement d'un accident. En cas de défaillance d'un niveau de protection donné, le niveau suivant prend le relais. Un élément important dans l'indépendance de ces niveaux de défense est la mise en œuvre de technologies de nature différente (on parle de « systèmes diversifiés »).

Pour les réacteurs nucléaires, cinq niveaux de défense en profondeur sont définis :

- ✓ *Premier niveau : la prévention des anomalies de fonctionnement (voire des défaillances) des systèmes de sûreté*

Il s'agit, en premier lieu, de concevoir et de réaliser l'installation nucléaire d'une manière robuste et prudente en intégrant des marges de sûreté et en prévoyant une résistance suffisante au regard des propres défaillances de

l'installation ou contre des agressions extérieures. Cela implique de mener une étude aussi complète que possible des conditions de son fonctionnement normal pour déterminer les contraintes les plus sévères auxquelles ses systèmes risquent d'être soumis. Un premier dimensionnement de l'installation intégrant des marges de sûreté peut alors être établi. L'installation doit ensuite être maintenue dans un état de fonctionnement sûr au moins équivalent à celui prévu lors de sa conception, et ce, grâce à une maintenance adéquate. L'installation doit être exploitée d'une manière éclairée et prudente.

- ✓ *Deuxième niveau : le maintien de l'installation dans le domaine de sûreté autorisé*

Il s'agit de concevoir, d'installer et de faire fonctionner des systèmes de régulation et de limitation qui permettent de maintenir l'installation concernée dans un domaine de sécurité qui reste très éloigné des limites de sûreté. Ainsi, par exemple, si la température d'un circuit augmente, un système de refroidissement doit se mettre automatiquement en route avant que la température n'atteigne la limite autorisée. La surveillance du bon état des matériels et du bon fonctionnement des systèmes fait partie de ce deuxième niveau de défense.

- ✓ *Troisième niveau : la maîtrise des accidents sans fusion du cœur*



© Baptiste Fenouil/REA

« L'installation doit ensuite être maintenue dans un état de fonctionnement sûr au moins équivalent à celui prévu lors de sa conception, et ce, grâce à une maintenance adéquate ». Employé en combinaison de protection, lors d'une visite de contrôle d'agents de l'Autorité de sûreté nucléaire, Le Blayais (France), mars 2012.

Il s'agit ici de postuler le fait que certains accidents choisis pour leur caractère d'« enveloppe » (c'est-à-dire les plus pénalisants à l'intérieur d'une même famille) peuvent se produire, et de dimensionner des systèmes de sauvegarde permettant d'y faire face.

Ces accidents sont en général étudiés en retenant des hypothèses pessimistes, c'est-à-dire en supposant que les différents paramètres les gouvernant sont les plus défavorables que possible. En outre, on applique le critère de la défaillance unique, c'est-à-dire que, dans la situation accidentelle étudiée, on postule en outre la défaillance d'un composant quelconque ; cela conduit à ce que les systèmes intervenant en cas d'accident (systèmes dits de sauvegarde, qui assurent notamment l'arrêt d'urgence et l'injection d'eau de refroidissement dans le réacteur) soient constitués d'au minimum deux voies technologiques différentes à effet redondant.

✓ *Quatrième niveau : la maîtrise des accidents avec fusion du cœur*

Ces accidents ont été étudiés à la suite de celui survenu à Three Mile Island (dans l'État de Pennsylvanie), en 1979. Ils sont désormais pris en compte dès la conception des nouveaux réacteurs, tels que l'EPR. Il s'agit soit d'exclure ce type d'accident, soit de concevoir des systèmes permettant d'y faire face. À la lumière du retour d'expé-

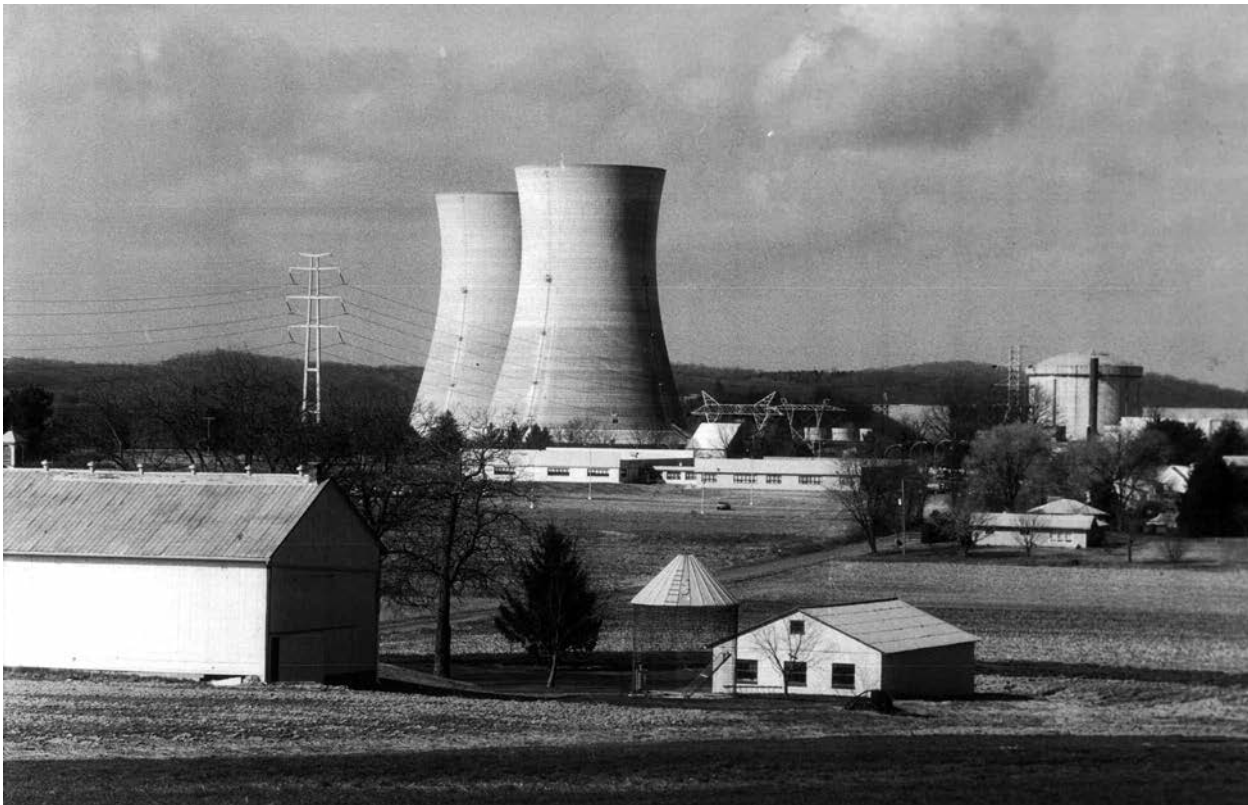
rience de l'accident de Fukushima, l'ASN a prescrit un ensemble de mesures visant à renforcer la prévention et la maîtrise des accidents avec fusion du cœur.

✓ *Cinquième niveau : la limitation des conséquences radiologiques en cas de rejets radioactifs importants*

Il s'agit là de la mise en œuvre de mesures prévues dans les plans d'urgence incluant des mesures de protection des populations : mise à l'abri ; ingestion de comprimés d'iode stable pour saturer la thyroïde et éviter que celle-ci ne fixe l'iode radioactif véhiculé par le panache radioactif ; évacuation ; restriction de consommation d'eau ou de certains produits agricoles ; etc.

### **Le retour d'expérience de l'accident de Fukushima**

Le retour d'expérience participe de la défense en profondeur. Il consiste en la mise en œuvre d'un système fiable de détection des anomalies qui peuvent survenir, telles que des défaillances de matériels ou des erreurs dans l'application de certaines procédures. Ce système doit permettre de détecter de manière précoce tout fonctionnement anormal et d'en tirer les conséquences (notamment en termes d'organisation) afin d'éviter que ces anomalies ne se reproduisent. Le retour d'expérience



© Keith Meyers/The New York Times-REDUX-REA

« Les accidents avec fusion du cœur ont été étudiés à la suite de celui survenu à Three Mile Island (dans l'État de Pennsylvanie), en 1979. Ils sont désormais pris en compte dès la conception des nouveaux réacteurs, tels que l'EPR ». La centrale nucléaire de Three Mile Island (États-Unis), qui a subi un grave accident le 28 mars 1979.

englobe les événements, incidents et accidents qui se produisent tant en France qu'à l'étranger dès lors qu'il est pertinent de prendre ceux-ci en compte pour renforcer la sûreté nucléaire ou la radioprotection dans notre pays.

L'analyse du retour d'expérience approfondi de l'accident de Fukushima (survenu au Japon à la suite du séisme et du tsunami du 11 mars 2011) pourrait prendre une dizaine d'années, comme cela a été le cas pour les accidents de Three Mile Island et de Tchernobyl. Le traitement des suites de tels accidents représente en effet un travail considérable non seulement pour les exploitants d'installations nucléaires, mais aussi pour l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) et son appui technique, l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN).

Dès mars 2011, des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) ont été engagées en France, et ce, dans un double cadre : d'une part, dans un cadre européen, avec l'organisation de tests de résistance des centrales nucléaires réalisés par dix-sept pays européens conformément aux souhaits du Conseil européen des 24 et 25 mars 2011, et, d'autre part, dans un cadre national, avec la réalisation (à la demande du Premier ministre, le 23 mars 2011) d'un audit de la sûreté des installations nucléaires civiles françaises au regard des événements de Fukushima Daiichi.

### Les tests de résistance demandés au niveau européen

Le Conseil européen réunissant les chefs d'États et de gouvernements a demandé à la Commission européenne et aux autorités de sûreté nucléaire européennes la réalisation de tests de résistance (en anglais : *stress tests*) consistant à vérifier la robustesse des centrales nucléaires face à des situations exceptionnelles du type de celles ayant conduit à l'accident de Fukushima. Les résultats de ces tests de résistance ont ensuite été examinés au cours d'une revue par les pairs (*Peer review*) menée à l'échelle européenne sous la supervision du Groupe des autorités de sûreté européennes (ENSREG) (1). Cette revue a mobilisé quelque 80 experts (travaillant auprès de 24 États et de la Commission européenne).

Trois domaines ont été définis pour structurer cette revue : a) les événements naturels initiateurs (séisme, tsunami ou conditions climatiques extrêmes), b) la perte des systèmes de sûreté de l'installation (notamment les alimentations électriques et les moyens de refroidissement) et, enfin, c) la gestion d'un accident nucléaire grave.

**Une démarche ouverte et transparente**

L'ASN a été très attentive à ce que l'ensemble de la démarche des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) et des inspections menées à la suite de l'accident de Fukushima soit effectuée de manière ouverte et transparente.

Des représentants du Haut Comité pour la Transparence et l'Information sur la Sécurité Nucléaire (HCTISN) (2), des Commissions Locales d'Information (CLI) (3) et de plusieurs autorités de sûreté étrangères ont été invités à assister (en tant qu'observateurs) aux réunions techniques et à participer aux inspections ciblées conduites par l'ASN. Ces diverses parties prenantes ont également été destinataires des rapports des exploitants. Certains observateurs ont transmis des contributions à l'analyse des rapports des exploitants, que l'ASN a pris en compte dans ses conclusions.

À chaque étape du processus, qu'il soit européen ou français, l'ASN a rendu publics, sur son site Internet ([www.asn.fr](http://www.asn.fr)), les différents documents produits.

Enfin, l'ASN a publié plusieurs notes d'information et a organisé quatre conférences de presse spécifiquement consacrées à ce sujet. La présentation à la presse (le 28 juin 2012) du rapport sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2011 a également été l'occasion de faire le point sur les suites des ECS.

**Au niveau national, il a été réalisé une étude de sûreté étendue par rapport aux préconisations du cahier des charges européen**

En cohérence forte avec la démarche engagée à l'échelle européenne, l'ASN a réalisé une étude de la sûreté des installations nucléaires françaises (et, en priorité, des centrales nucléaires) au regard de l'accident survenu dans la centrale de Fukushima.

Cette étude a été menée en suivant le cahier des charges élaboré au niveau européen, mais avec deux extensions :

- ✓ d'une part, l'étude menée en France concerne l'ensemble des installations nucléaires, y compris les installations de recherche et les usines du cycle du combustible. Les 150 installations nucléaires françaises ont ainsi été réparties en trois groupes de priorités décroissantes au regard des évaluations complémentaires de sûreté : 80 installations prioritaires (dont toutes les centrales nucléaires et l'usine de retraitement de La Hague) ont été examinées

en 2011 ; un deuxième lot d'installations a fait l'objet, en 2012, de rapports des exploitants (des rapports qui sont en cours d'instruction par l'ASN et par son appui technique, l'IRSN) ; le troisième lot sera examiné au fur et à mesure, notamment à l'occasion des réexamens de la sûreté des installations ;

- ✓ d'autre part, le cahier des charges a été complété par des demandes sur la prise en compte des facteurs sociaux, organisationnels et humains (notamment dans le cadre de la sous-traitance).

**La demande d'un renforcement significatif des marges de sûreté des installations nucléaires françaises**

Dans son rapport sur les évaluations complémentaires de sûreté des installations françaises prioritaires publié le 3 janvier 2012, l'ASN indique que les installations examinées présentent un niveau de sûreté suffisant pour qu'elle ne demande l'arrêt immédiat d'aucune d'entre elles.

**Un exemple de démarche pluraliste : le Comité d'orientation sur les facteurs sociaux, organisationnels et humains**

Les facteurs sociaux, organisationnels et humains – ces éléments essentiels de la sûreté –, ont fait l'objet d'une attention particulière lors des évaluations complémentaires de sûreté nucléaire réalisées en France.

À la suite des évaluations complémentaires de sûreté, l'ASN a mis en place un groupe de travail pluraliste sur ces questions, le Comité d'orientation sur les facteurs sociaux, organisationnels et humains (CoFSOH). Outre l'ASN, ce comité comprend des représentants institutionnels, des associations de protection de l'environnement, des personnalités choisies en raison de leur compétence scientifique, technique, économique, sociale ou en matière d'information et de communication, des responsables d'activités nucléaires, des fédérations professionnelles des métiers du nucléaire et des organisations syndicales représentatives de salariés.

L'ASN souhaite le développement de ce type de démarche pluraliste qui permet à des parties prenantes de contribuer notamment à l'élaboration de doctrines, à la définition de plans d'actions et au suivi de leur mise en œuvre.

### **Les « noyaux durs », une des principales demandes de l'ASN pour renforcer la robustesse des installations nucléaires face à des situations extrêmes**

Ces noyaux durs doivent permettre de maîtriser les fonctions fondamentales de sûreté des installations nucléaires dans des situations extrêmes. Ainsi, tous les sites devront disposer d'une organisation et de locaux de crise robustes résistant à la survenue d'un événement de grande ampleur touchant plusieurs installations.

Pour les centrales d'EDF, le noyau dur devra comporter des moyens électriques « bunkerisés », qui doivent être en place partout avant 2018. Dès la fin 2013, des groupes diesel de secours supplémentaires devront être installés. Pour ce noyau dur, les exploitants ont remis à l'ASN, à la mi-2012, un dossier détaillé présentant les matériels à ajouter et les échéances associées. L'ASN prendra position sur ces dossiers avant 2014 sur la base des conclusions de l'examen réalisé par l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire et par les groupes permanents d'experts pour les réacteurs et les usines nucléaires.

Dans le même temps, l'ASN considère que la poursuite de leur exploitation nécessite d'augmenter, dans les meilleurs délais, leur robustesse face à des situations extrêmes en allant bien au-delà des marges de sûreté dont elles disposent déjà.

L'ASN a donc imposé aux exploitants un ensemble de mesures devant permettre de doter les installations de moyens leur permettant de faire face :

- ✓ à une accumulation de phénomènes naturels d'ampleur exceptionnelle surpassant les phénomènes retenus lors de la conception des installations considérées (ou lors du réexamen de leur sûreté) ;
- ✓ à des situations d'accident grave consécutives à la perte prolongée des sources électriques ou de l'eau de refroidissement, et susceptibles d'affecter l'ensemble des installations d'un même site.

Le 26 juin 2012, l'ASN a ainsi adopté 32 décisions fixant chacune une trentaine de prescriptions complémentaires. Ces décisions visent l'ensemble des installations examinées en 2011 (dont les centrales nucléaires d'EDF, l'ensemble des installations des sites Areva du Tricastin et de La Hague, et certaines installations de recherche exploitées par le CEA et l'Institut Laue-Langevin). Ces mesures vont conduire à un renforcement significatif des marges de sûreté de ces installations au-delà de leur dimensionnement ; en particulier, les exploitants vont devoir mettre en place un « noyau dur » (voir l'Encadré ci-dessus). Ces décisions imposent ainsi aux exploitants la réalisation de travaux considérables impliquant notamment un investissement particulier en matière de ressources humaines et de compétences. Ces travaux, qui ont déjà débuté, s'étendront sur plusieurs années. En ce qui concerne les mesures les plus complexes, dont les échéances sont les plus lointaines, les décisions prises par l'ASN imposent l'adoption de mesures transitoires. L'ASN contrôlera la mise en œuvre de l'ensemble des prescriptions qu'elle a édictées.

S'agissant des installations du deuxième lot (celles jugées moins prioritaires), les rapports des évaluations

complémentaires de sûreté ont été remis à l'ASN par les exploitants en septembre 2012. Les installations concernées comprennent notamment des installations d'EDF en cours de démantèlement, l'installation ITER de recherche sur la maîtrise de la fusion thermonucléaire et l'installation nucléaire de CISBio pour la production de radiopharmaceutiques. L'instruction de ces rapports a été engagée par l'ASN et son appui technique, l'IRSN. L'ASN se prononcera après leur examen par les groupes permanents d'experts, avant la fin de l'année 2013.

Le plan d'action national préparé par l'ASN à la suite de l'accident de Fukushima a fait l'objet, en début d'année 2013, d'une revue croisée (revue par les pairs) au niveau européen. Le rapport de cette revue souligne notamment la caractère complet du plan d'action, l'importance que l'ASN a attachée à la transparence du processus des évaluations complémentaires de sûreté, le caractère ambitieux du contenu et des délais de mise en œuvre des mesures d'amélioration de la sûreté des centrales nucléaires décidées après l'accident de Fukushima, ainsi que la prise en compte, dans le cadre des ECS, des facteurs organisationnels et humains, y compris des conditions de recours à la sous-traitance.

### **Notes**

\* Directeur général de l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN).

(1) Créé en mars 2007, l'ENSREG (*European Nuclear Safety Regulators Group*) réunit les responsables d'Autorités de sûreté de l'Union européenne ainsi que la Commission européenne.

(2) Créé par la loi du 13 juin 2006 sur la transparence et la sécurité en matière nucléaire, le Haut Comité pour la Transparence et l'Information sur la Sécurité Nucléaire (HCTISN) est une instance nationale d'information, de concertation et de débat sur les risques liés aux activités nucléaires. Il est composé d'élus, d'experts et de représentants de la société civile.

(3) Installées auprès des principales installations nucléaires, les CLI (commissions locales d'information) sont des instances locales d'information et de concertation.