



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN

Rapport final

Plan d'action

Fukushima

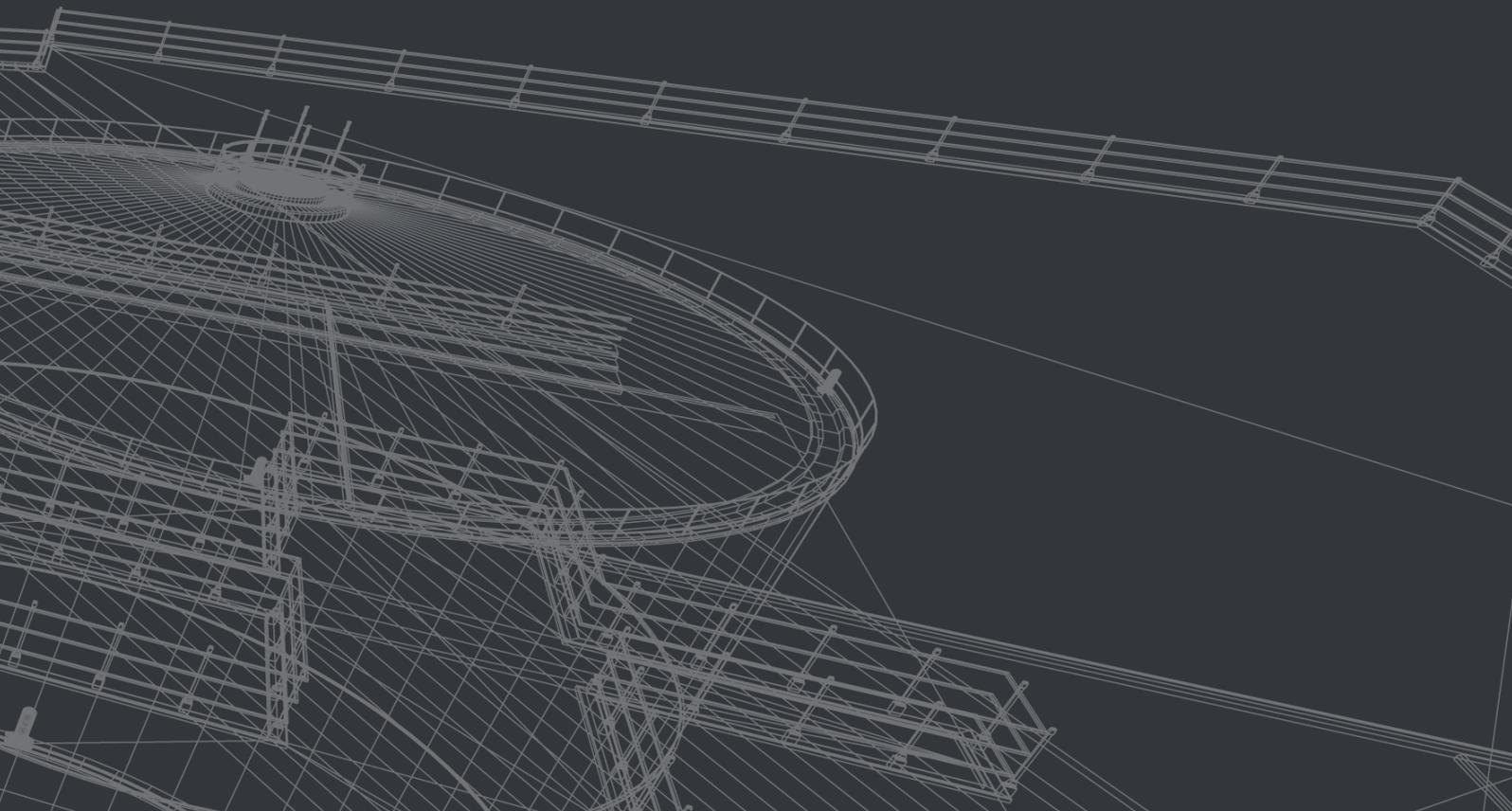


Table des matières

1	Introduction	3
2	Protection contre les événements naturels	4
2.1	Protection contre les tremblements de terre	4
2.2	Protection contre les inondations d'origine externe	7
2.3	Augmentation des marges de sécurité pour les tremblements de terre et les inondations d'origine externe	8
2.4	Protection contre les conditions météorologiques extrêmes	10
3	Protection contre la perte des fonctions de sécurité fondamentales	13
3.1	Perte de l'alimentation en courant alternatif	13
3.2	Perte de la source froide ultime	14
4	Protection contre les accidents graves (Severe Accident Management)	15
4.1	Création d'un entrepôt externe	15
4.2	Maintien de l'intégrité de l'enceinte de confinement	16
4.3	Stratégie d'intervention longue durée des organisations d'urgence	18
4.4	Propagation de matières radioactives dans les cours d'eau	19
4.5	Effets de substances dangereuses non nucléaires	22
5	Gestion nationale des urgences	23
5.1	Redéfinition des exigences concernant les systèmes de mesure et de prévision	23
5.2	Vérification des scénarios de référence et du concept de zones	24
5.3	Application du nouveau classement des urgences compatible avec l'AIEA	25
5.4	Exigences relatives aux installations de communication	25
6	Surveillance nationale	27
6.1	Surveillance dans les centrales nucléaires suisses dans le domaine de la culture de sécurité	27
6.2	Réflexion sur la culture de surveillance de l'IFSN	28
7	Collaboration internationale	29
7.1	Retour d'expériences international	29
7.2	Surveillance et coopération internationales	29
7.3	Suivi du test de résistance européen	31
8	Résumé et suite de la procédure	32
8.1	Etat des analyses et des mesures qui en découlent	32

8.2	Comparaison de l'étendue des analyses réalisées avec les recommandations internationales consécutives à l'accident de Fukushima	35
8.3	Suite de la procédure	35
9	Abréviations	37
10	Références	38

1 Introduction

Immédiatement après les accidents de réacteurs survenus dans la centrale nucléaire japonaise de Fukushima Daiichi, le 11 mars 2011, l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) a ordonné des mesures immédiates et des contrôles de sécurité supplémentaires des centrales nucléaires suisses. Les mesures immédiates comprenaient:

- a) la création d'un entrepôt d'urgence externe commun pour les centrales nucléaires suisses, y compris les raccordements spécifiques aux installations nécessaires pour les équipements destinés à la maîtrise de situations d'urgence et
- b) le rééquipement des conduites pour l'alimentation extérieure des piscines de stockage des assemblages combustibles.

L'objet des contrôles supplémentaires à effectuer par les exploitants des centrales portait, d'une part, sur la conception des centrales nucléaires pour la protection contre les tremblements de terre et les inondations d'origine naturelle, et leur combinaison et, d'autre part, sur l'alimentation en fluide de refroidissement des systèmes de sécurité pour le refroidissement du cœur du réacteur et des assemblages combustibles dans les piscines de stockage.

De plus, l'IFSN a procédé à une analyse approfondie de l'accident de Fukushima et a participé à la vérification des centrales nucléaires européennes (test de résistance européen) réalisée en 2011 par l'European Nuclear Safety Regulators Group (ENSREG) après l'accident survenu au Japon.

A la suite de ces investigations 43 points de contrôle ont été identifiés, dont le traitement a été réalisé dans le cadre du «plan d'action Fukushima» suisse en les ressemblant dans 20 objets d'étude principaux. De 2012 à 2015, l'IFSN a, chaque année, publié un rapport sur l'état du traitement des objets d'étude principaux. Conformément à la vue d'ensemble figurant dans les annexes 1 et 2 du dernier rapport sur le plan d'action Fukushima 2015 /1/, il restait à terminer les études pour 8 objets principaux, ce qui a été fait par l'IFSN en 2015 et 2016. Dans la mesure où les 20 objets d'études principaux ont conduit à prendre des mesures, leur application a été ou est suivie par l'IFSN dans la procédure de surveillance courante.

En se basant sur les contrôles effectués dans le cadre du test de résistance européen, l'ENSREG a adopté en 2012 une longue liste de recommandations pour améliorer la sécurité des centrales nucléaires européennes /2/. De plus, en 2012 également, lors d'une séance extraordinaire de la Convention on Nuclear Safety, à laquelle ont aussi activement participé des représentants de l'IFSN, l'AIEA a fait des recommandations supplémentaires /3/ qui concernaient notamment les missions et la responsabilité des autorités de surveillance mondiales des centrales nucléaires. Dans le cadre de l'application des recommandations de l'ENSREG (suivi du test de résistance européen), l'IFSN a indiqué, dans le rapport /4/, dans quelle mesure ces recommandations internationales sont respectées via les points de contrôle identifiés par l'IFSN.

La structure du rapport final sur le plan d'action Fukushima correspond aux 6 domaines thématiques figurant dans les recommandations de l'ENSREG et de la CNS. Dans les chapitres 2 à 7 de ce rapport, sont indiquées, pour chacun de ces domaines thématiques, quelles études ont été faites dans le cadre du «plan d'action Fukushima» suisse et quels enseignements en ont été tirés. Le chapitre 8 du rapport résume les enseignements tirés des études et évalue l'étendue des études réalisées pour vérifier dans quelle mesure elles répondent aux recommandations internationales.

2 Protection contre les événements naturels

2.1 Protection contre les tremblements de terre

Vérification de la conception générale des installations

En 2012, suite aux décisions de l'IFSN, les centrales nucléaires suisses ont soumis de nouvelles preuves déterministes de la maîtrise d'un tremblement de terre comme il s'en produit un tous les 10'000 ans (séisme majoré de sécurité). Un résultat intermédiaire du PEGASOS Refinement Project (PRP-IH) en cours a été retenu comme hypothèse de risques. De plus, il fallait examiner dans quelle mesure une défaillance des barrages situés en amont causée par un séisme pouvait déclencher une inondation du terrain d'une installation. La démonstration devait être faite tant pour le refroidissement du cœur que pour celui des piscines de stockage des assemblages combustibles. A cet effet, la capacité de résistance sismique des composants nécessaires pouvait également être déterminée de façon probabiliste par la méthode dite des «fragilities».

Les preuves fournies concernant la garantie du refroidissement du cœur s'appuyaient notamment sur les systèmes de postes de commande d'urgence renforcés comme des bunkers, très résistants aux séismes. De plus, l'intégrité du système de refroidissement des réacteurs, condition essentielle pour l'efficacité des systèmes de postes de commande d'urgence, a été démontrée. Les preuves de garantie du refroidissement des assemblages combustibles dans les piscines de stockage des centrales nucléaires de Beznau et de Mühleberg se concentraient sur la préservation de l'intégrité des piscines de stockage et le refroidissement passif par évaporation. Contrairement aux centrales nucléaires de Gösgen et de Leibstadt, les systèmes d'évacuation de la chaleur résiduelle, nécessaires au refroidissement actif des piscines de stockage des assemblages combustibles, n'ont pas pu être crédités.

Après examen des documents fournis, l'IFSN est arrivée à la conclusion que pour toutes les centrales nucléaires suisses, la démonstration avait été faite qu'en cas de séisme majoré de sécurité, le refroidissement du cœur et celui de la piscine de stockage des assemblages combustibles étaient garantis sans défaut isolé. Les installations peuvent être sécurisées et le rester pendant plus de 72 heures avec les moyens d'urgence disponibles sur leur terrain. Les prises de position de l'IFSN contenaient encore, en particulier, des demandes d'études complémentaires sur la robustesse sismique des piscines de stockage des assemblages combustibles elles-mêmes et de leurs conduites de raccordement, ainsi que sur celle du barrage de Mühleberg. Les études fournies dans le cadre de la procédure de surveillance ont confirmé qu'aussi bien l'intégrité des piscines de stockage des assemblages combustibles que la résistance du barrage de Mühleberg étaient garanties au cas où se produirait le séisme majoré de sécurité évoqué plus haut. Malgré cela, au printemps 2014, le barrage de Mühleberg a encore été amélioré pour mieux faire face aux risques sismiques.

Comme dans les centrales nucléaires de Beznau et de Mühleberg, les systèmes d'évacuation de chaleur résiduelle nécessaires au refroidissement actif des assemblages combustibles dans les piscines de stockage ne sont pas suffisamment robustes sur le plan sismique, l'IFSN avait ordonné dès 2011 l'amélioration de ces systèmes de ce point de vue. Les deux installations ont décidé l'extension des systèmes de postes de commande d'urgence existants de façon qu'ils puissent également prendre en charge le refroidissement des piscines de stockage des assemblages combustibles. Les

autorisations correspondantes, pour le concept et la réalisation des travaux, ont été données par l'IFSN. La mise en service des nouveaux systèmes de refroidissement des piscines de stockage des assemblages combustibles aura lieu fin 2016 ou en 2017.

Indépendamment des démonstrations de sécurité parasismique faites après l'accident de Fukushima, les centrales nucléaires suisses ont soumis fin 2013 à l'IFSN les nouveaux scénarios d'aléa sismique élaborés dans le cadre du PEGASOS Refinement Project (PRP) préalablement initié. Le contrôle effectué par l'IFSN a montré que c'était en particulier l'affinement du sous-projet 2 (propagation des secousses) et du sous-projet 3 (influence des caractéristiques du terrain construit sur les sites) dans le PRP qui constituait un progrès majeur. Toutefois, du point de vue de l'IFSN, des aspects importants n'avaient pas été étudiés de façon suffisamment approfondie dans le sous-projet 1 (caractérisation des foyers sismiques), si bien que les résultats du sous-projet 1, et donc les hypothèses d'aléa sismique faites dans le PRP, n'ont pas été reconnus par l'IFSN.

En 2015, l'IFSN a initié ses propres calculs d'aléa sismique, dans le cadre desquels les résultats du sous-projet PRP 1 ont été remplacés par la partie correspondante du modèle de calcul du Service Sismologique Suisse. Les autres sous-projets du PRP ont été repris. En 2016, les nouvelles hypothèses d'aléa sismique en résultant ont été adoptées par l'IFSN sous le titre «Hypothèses d'aléa sismique IFSN – 2015». Les centrales nucléaires suisses doivent réaliser et soumettre de nouvelles démonstrations de sécurité parasismiques déterministes et probabilistes échelonnées jusqu'en 2020 en se basant sur ces hypothèses d'aléas sismiques.

Dans la perspective de la nouvelle démonstration déterministe de sécurité parasismique maintenant demandée, l'IFSN avait donné, en 2013 et en 2014, des directives méthodologiques qui comportaient entre autres également des exigences plus détaillées en ce qui concerne la détermination de la capacité de résistance sismique de composants importants. De plus, la sécurité suffisante des centrales nucléaires suisses, que ce soit face à des tremblements de terre dont la fréquence de dépassement est de 10^{-3} par an (défaillance de catégorie 2) et de 10^{-4} par an (défaillance de catégorie 3) doit être démontrée. Les critères à satisfaire par les preuves probabilistes de sécurité parasismique figurent dans la directive IFSN – A05.

Vérification de la robustesse sismique de l'isolation et du système de décompression de l'enceinte de confinement (2013)

En 2012, en complément des démonstrations de sécurité parasismique en cas de tremblement de terre comme il s'en produit un tous les 10'000 ans (séisme majoré de sécurité) qu'elles ont faites, les centrales nucléaires suisses ont aussi analysé la robustesse sismique de l'isolation et du système de décompression de l'enceinte de confinement. Une importance majeure est en particulier accordée à la préservation de l'intégrité du confinement, dernière barrière efficace, si l'intégrité du système de refroidissement du réacteur ne pouvait pas être garantie. Pour ce faire, il fallait identifier l'ensemble des orifices de pénétration dans l'enceinte de confinement et préciser le type d'obturation, y compris, le cas échéant, la commande et l'alimentation électrique nécessaires. La possibilité d'une fermeture manuelle des vannes de barrage pouvait être créditée si lesdites vannes étaient disposées en dehors de l'enceinte de confinement. Les systèmes de décompression de l'enceinte de confinement, ayant déjà fait l'objet d'un rééquipement au début des années nonante dans les centrales nucléaires suisses, servent à minimiser les conséquences d'accidents graves.

Comme les vannes de barrage nécessaires pour garantir l'isolation de l'enceinte de confinement sont en partie alimentées et actionnées par les systèmes de sécurité traditionnels, à moins que ceux-ci ne

soient conçus de manière à être «fail-safe», les études soumises à l'IFSN ne pouvaient pas uniquement s'appuyer sur les systèmes de postes de commande d'urgence. Les systèmes de décompression des enceintes de confinement sont, par contre, conçus de manière à ce qu'ils réagissent passivement ou puissent aussi être mis en service manuellement sans qu'une énergie auxiliaire ne soit nécessaire pour cela. Dans ce contexte, les études menées à ce propos sur la robustesse sismique des composants mécaniques étaient limitées. En 2014 et en 2015, à la suite de ces études, la centrale nucléaire de Gösgen a nettement modernisé, d'un point de vue parasismique, les groupes électrogènes diesel de secours nécessaires à l'alimentation électrique des vannes de barrage de l'enceinte de confinement situées à l'extérieur de celle-ci.

Après examen des documents soumis, l'IFSN est arrivée à la conclusion qu'en se basant sur les résultats intermédiaires du PEGASOS Refinement Project (PRP-IH) en cours, l'isolation de l'enceinte de confinement et les systèmes de décompression de toutes les centrales nucléaires suisses étaient suffisamment robustes sur le plan sismique. Malgré cela, la centrale de Leibstadt prévoit d'améliorer encore la robustesse sismique du système de décompression de l'enceinte de confinement. Les demandes correspondantes pour les mesures de modernisation sont actuellement en cours de traitement dans le cadre de la procédure de surveillance.

Vérification de la nécessité d'une instrumentation de détection de secousses sismiques (2014)

Dans le cadre des analyses relatives au test de résistance européen, l'IFSN est arrivée à la conclusion que les systèmes d'arrêt rapide automatique du réacteur, disposés en amont dans les centrales nucléaires japonaises et déclenchés par l'instrumentation de détection de secousses sismiques, ont fait leurs preuves lors des tremblements de terre graves qui se sont produits. A ce jour, aucun déclenchement de ce type n'existe dans les centrales nucléaires suisses.

Dans ce contexte, l'IFSN a constitué, à la mi-2013, un groupe de travail qui examine les avantages et les inconvénients d'un système situé en amont de déclenchement rapide automatique du réacteur par l'instrumentation de détection de secousses sismiques. Dans une première étape, l'instrumentation actuelle de détection des secousses sismiques et son intégration dans les procédures d'urgence ont été documentées pour chacune des centrales nucléaires suisses. De plus, le point sur l'état des connaissances et des techniques en matière de systèmes d'alerte sismique précoce a été fait et des informations sur l'utilisation d'une instrumentation de détection de secousses sismiques pour l'arrêt rapide automatique ont été rassemblées au niveau international.

Ces informations ont montré qu'au niveau international un arrêt rapide automatique des réacteurs via une instrumentation de détection de secousses sismiques située en amont n'était utilisé que dans des régions à très forte activité sismique. Un déclenchement précoce de l'arrêt rapide automatique du réacteur permet de parvenir à ce que les composants nécessaires à l'arrêt rapide automatique du réacteur soient exposés à des contraintes sismiques moindres. Pour pouvoir juger de cet avantage en matière de sécurité, la réduction éventuelle de la fréquence d'un endommagement du cœur du réacteur a été estimée pour les centrales nucléaires suisses sur la base d'analyses de sécurité probabilistes existantes. Ce potentiel de réduction se situe entre 10^{-7} et 10^{-8} par an en fonction de l'installation. Cependant, le déclenchement intempestif éventuel des arrêts rapides automatiques des réacteurs par une instrumentation de détection des secousses sismiques causerait également une légère augmentation de la fréquence d'un endommagement du cœur du réacteur.

Sur la base de ces études, l'IFSN est arrivée à la conclusion que le rééquipement avec une instrumentation de détection de secousses sismiques permettant le déclenchement précoce d'un

arrêt automatique des réacteurs n'était pas nécessaire dans les centrales nucléaires suisses, même en tenant compte du niveau de rééquipement des centrales nucléaires exploitées en Europe.

2.2 Protection contre les inondations d'origine externe

Vérification de la conception générale des installations

En 2011, en raison des décisions de l'IFSN, les centrales nucléaires suisses ont fourni de nouvelles preuves déterministes de maîtrise d'une crue telle qu'il s'en produit une tous les 10'000 ans. Pour ce faire, les hypothèses de menaces de crues redéfinies dans les demandes d'autorisation générale pour les nouveaux projets de centrales nucléaires devaient servir de base. Si un colmatage de l'ouvrage de prise d'eau dans la rivière ne pouvait pas être exclu sans doute possible, il convenait de faire l'hypothèse d'une défaillance des systèmes d'alimentations en eau de refroidissement concernés. La démonstration n'a été faite que pour le refroidissement des cœurs car, contrairement au séisme majoré de sécurité, une crue telle qu'il s'en produit une tous les 10'000 ans ne doit pas être considérée comme la survenue immédiate de l'événement et elle ne menace pas directement l'intégrité des piscines de stockage des assemblages combustibles. Ainsi, même en cas de perte des systèmes de refroidissement des piscines de stockage des assemblages combustibles, l'intervalle de temps disponible pour la garantie du refroidissement d'urgence des assemblages combustibles dans les piscines de stockage reste suffisamment large.

Les démonstrations fournies pour la garantie du refroidissement du cœur s'appuyaient notamment sur les systèmes de sécurité, dont l'alimentation en eau de refroidissement est garantie par des systèmes d'alimentation en eau de nappe phréatique indépendants de l'eau de rivière. Une obstruction des ouvrages de prise d'eau dans la rivière n'exerce donc aucune influence sur le fonctionnement de ces systèmes. A la centrale nucléaire de Gösgen, ceci est assuré par le système secondaire de secours, dans les centrales nucléaires de Beznau et de Leibstadt, il y a encore de plus les systèmes de sécurité traditionnels. A cette époque, la centrale nucléaire de Mühleberg ne disposait pas d'une alimentation en eau de refroidissement indépendante de l'Aar, si bien qu'elle a dû apporter la preuve que les captages d'eaux de rivière ne seraient pas colmatés à la suite de la crue décamillénale. En outre, compte tenu de la situation particulière de la centrale nucléaire de Mühleberg, il a fallu démontrer que les barrages se trouvant à proximité résistaient à cette même crue décamillénale.

Après examen des documents soumis, l'IFSN est arrivée à la conclusion que, pour toutes les centrales nucléaires suisses, la preuve avait été apportée que le refroidissement du cœur était garanti sans défaut isolé en cas de crue décamillénale. Les installations peuvent être sécurisées et le rester pendant plus de 72 heures avec les moyens de secours d'urgence disponibles sur leur terrain. Il convenait de partir de l'hypothèse qu'à l'exception du site de Leibstadt, les sites des autres centrales nucléaires suisses seraient inondés lors de la crue supposée se produire une fois tous les 10'000 ans et par conséquent d'accorder une importance particulière à l'étanchéité des bâtiments nécessaires aux fonctions de commande de secours. Dans ces centrales nucléaires, la protection des bâtiments de secours contre les inondations a été améliorée de façon ponctuelle. Dans les centrales nucléaires de Mühleberg et de Gösgen, la protection d'autres bâtiments contre les inondations a de plus été améliorée par la possibilité de construction de murs mobiles de protection contre les crues, et les consignes existantes concernant une alerte plus précoce en cas de crue tout comme les mesures de

protection préventives à prendre à la suite d'une telle alerte ont été modifiées. En raison de la construction d'un mur de protection contre les inondations, intervenue en 2013, il ne faut plus s'attendre à ce que le site de la centrale nucléaire de Gösgen soit inondé en cas d'hypothétique crue décennale.

En ce qui concerne les preuves supplémentaires à apporter pour la centrale nucléaire de Mühleberg, l'IFSN est arrivée à la conclusion que les barrages de Mühleberg, de Rossens et de Schiffenen résisteraient à une crue décennale et que l'alimentation du système de commande de secours en eau de refroidissement resterait garantie en raison du grand nombre et de l'exécution différente des voies d'eau de refroidissement. Dans le contexte de nouvelles connaissances relatives à une éventuelle obstruction des captages d'eau de rivière, la centrale nucléaire de Mühleberg avait rééquipé des voies d'eau de refroidissements supplémentaires et modifié l'ouvrage de prise d'eau de refroidissement pour le système de commande de secours. Avec l'alimentation de secours via le réservoir situé en hauteur de Runtigenrain, mis en service en 2015, la centrale nucléaire de Mühleberg dispose, tout comme les autres centrales nucléaires suisses, d'une alimentation en eau de refroidissement à l'épreuve des inondations.

Examen des conséquences de l'embâcle des ouvrages hydrauliques

Dans sa décision de 2012, l'IFSN avait également demandé que, dans le cadre d'une étude de sensibilité, les passages étroits présentant un risque d'embâcle soient identifiés de manière spécifique à chaque site et que les conséquences d'un embâcle (obstruction partielle ou totale des profils d'écoulement par des objets flottants) sur le risque d'inondation spécifique à chaque site soient examinées comme un scénario de défaillance dépassant les limites de dimensionnement.

En se basant sur les études réalisées, l'IFSN est arrivée à la conclusion que la centrale nucléaire de Leibstadt, en raison de sa situation en hauteur, n'était pas concernée par d'éventuels embâcles. Dans le cadre des études relatives aux autres centrales nucléaires suisses, les passages étroits significatifs présentant un risque d'embâcle ont été identifiés et les situations d'inondation résultantes ont été évaluées. Du point de vue de l'IFSN, les études spécifiques à chaque site ont montré que les embâcles, notamment dans les ouvrages hydrauliques, ne contribuaient pas à une aggravation significative du risque d'inondation et ne pouvaient donc pas déclencher un effet « cliff-edge » (voir chapitre 2.3).

Avec les analyses réalisées concernant le risque d'inondation des centrales nucléaires suisses, un niveau technique comparativement élevé par rapport à la moyenne internationale a été atteint.

2.3 Augmentation des marges de sécurité pour les tremblements de terre et les inondations d'origine externe

Les premières études portant sur les marges de sécurité pour les événements d'origine externe dans les centrales nucléaires suisses ont été réalisées en 2013 dans le cadre du test de résistance européen. Pour compléter et approfondir ces analyses, une analyse pour l'augmentation des marges de sécurité (ERSIM) a été entreprise dans le cadre du plan d'action Fukushima. Le projet ERSIM avait pour objectif d'analyser systématiquement les marges de sécurité existantes des centrales nucléaires suisses contre les événements d'origine externe, que ce soit pour le refroidissement du réacteur ou pour celui des piscines de stockage des assemblages combustibles, et d'identifier en se basant sur les résultats les domaines où des rééquipements pourraient contribuer à réduire encore plus les risques en tenant

compte du principe de proportionnalité. Dans une première étape, les événements tremblements de terre et inondations ont été analysés. Pour ce faire, il fallait utiliser les hypothèses d'aléas constituant la base des démonstrations de sécurité parasismique et de sécurité contre les inondations (voir chapitres 2.1 et 2.2).

Contrairement aux démonstrations faites, tous les systèmes et équipements disponibles pour maîtriser une défaillance devaient être pris en compte dans l'analyse des marges de sécurité. Il fallait, pour cela, définir ce que l'on appelle des voies de mise à l'arrêt grâce auxquelles les installations peuvent être sécurisées et le rester après des incidents. Les marges de sécurité devaient être démontrées pour chacune de ces voies de mise à l'arrêt. Les centrales nucléaires suisses disposent de trois voies de mise à l'arrêt:

- La première voie de mise à l'arrêt, ce sont les systèmes de sécurité traditionnels, déjà prévus au moment de la conception initiale.
- Les systèmes de postes de commande d'urgence spécialement protégés constituent la deuxième voie de mise à l'arrêt. Elle est essentiellement prévue pour maîtriser des événements extrêmes d'origine externe et des actions de tiers.
- Les mesures d'urgence préventives implémentées dans toutes les centrales nucléaires constituent la troisième voie de mise à l'arrêt. Il s'agit ici de mesures à prendre le cas échéant sur place par le personnel d'exploitation, définies dans des règlements d'urgence spécifiques et qui peuvent être mises en œuvre en utilisant des équipements fixes ou mobiles disponibles sur le terrain de la centrale.

Les conditions-cadres supplémentaires suivantes ont été imposées pour la réalisation des analyses des marges de sécurité:

- L'état «arrêt à froid» est déterminant pour l'arrêt sûr de l'installation.
- Le cas d'alimentation électrique d'urgence de longue durée est le scénario de base à prendre comme hypothèse.
- Les marges de sécurité des structures, systèmes et composants des différentes voies de mise à l'arrêt doivent être explicitement indiquées.
- La possibilité pour les opérateurs de faire les actions nécessaires doit être évaluée en tenant compte des consignes existantes et des fenêtres horaires.
- Il convient d'examiner les effets dits de «cliff-edge» (p. ex. perte d'intégrité du circuit primaire, «bypass» de l'enceinte de confinement, perte de la totalité de l'alimentation en courant alternatif) qui risquent d'entraîner des complications dans la maîtrise des défaillances.

Après examen des analyses des marges de sécurité qui lui ont été soumises, l'IFSN est arrivée à la conclusion que toutes les centrales nucléaires suisses, à l'exception de la centrale nucléaire de Gösgen, disposaient de nettes marges de sécurité pour garantir le refroidissement des cœurs et celui des piscines de stockage des assemblages combustibles en cas de tremblement de terre tel qu'il s'en produit un tous les 10'000 ans. Les améliorations présentées dans le chapitre 2.2 ont contribué de manière décisive à ce résultat.

Dans les analyses des marges de sécurité, la centrale nucléaire de Gösgen avait supposé, par rapport au PRP-IH (voir chapitre 2.1), un risque sismique nettement plus grand. Par conséquent, il n'y a plus de marges de sécurité pour la première voie de mise à arrêt et celles de la deuxième voie de mise à l'arrêt sont presque épuisées. Par contre, la troisième voie de mise à l'arrêt dispose de marges de sécurité significatives pour le refroidissement du cœur. Depuis, de nombreuses modernisations ont été réalisées par l'exploitant ou sont encore prévues afin d'accroître la robustesse sismique de la première et de la deuxième voie de mise à l'arrêt. Par ailleurs, dans la perspective de l'exploitation à long terme, il a été initié un important projet de rééquipement devant permettre d'atteindre une marge de sécurité significative pour la deuxième voie de mise à l'arrêt par rapport aux nouvelles hypothèses de risques sismiques décidées par l'IFSN en 2016. Il s'agit ici d'un projet de rééquipement de plus longue haleine.

Les analyses complémentaires demandées à la centrale nucléaire de Beznau par l'IFSN montrent que les marges de sécurité sismiques sont plus faibles lorsque l'installation est dans l'état «arrêt à froid» que lorsqu'elle est dans l'état «arrêt à chaud». Dans le cadre de la procédure de surveillance, l'IFSN va continuer à vérifier dans quelle mesure les marges de sécurité peuvent encore être augmentées pour l'état «arrêt à froid».

En ce qui concerne une inondation naturelle, toutes les centrales nucléaires suisses disposent de marges de sécurité significatives. Les mesures de modernisation présentées dans le chapitre 2.2 ont contribué de manière décisive à ce résultat.

2.4 Protection contre les conditions météorologiques extrêmes

Vérification de la conception générale des installations

A la suite du test de résistance européen et vu l'ordonnance du DETEC sur les hypothèses de risque et sur l'évaluation de la protection contre les défaillances dans les installations nucléaires (RS 732.112.2), l'IFSN a, dans le cadre du plan d'action Fukushima, demandé aux exploitants des centrales nucléaires suisses de réaliser une étude globale sur l'évaluation des risques induits par des conditions météorologiques extrêmes avec une fréquence supérieure ou égale à 10^{-4} fois par an. Pour ce faire, l'IFSN a fixé les exigences à satisfaire par les analyses probabilistes des risques et les preuves de protection suffisante des installations. Une analyse des marges de sécurité a en outre été demandée.

Par conséquent, les risques portant sur le vent, les tornades, les températures de l'air et des eaux de rivière, les fortes précipitations locales, la neige, la grêle, les pluies verglaçantes, la sécheresse, les feux de forêt et les conditions estivales et hivernales extrêmes devaient être examinés. Pour l'élaboration des analyses des risques, les exploitants ont fait appel à des spécialistes pour les évaluations mathématiques et statistiques.

Après examen des documents soumis, l'IFSN est arrivée à la conclusion que des analyses supplémentaires approfondies étaient encore nécessaires sur certains points (p. ex. en ce qui concerne la plausibilité des résultats concernant les risques et celle des évaluations régionales spécifiques). L'IFSN a incité les exploitants à redéfinir, avant le prochain contrôle de sécurité périodique, les analyses de risques pour les vents et les températures extrêmes sur la base d'une observation régionale (données provenant de plusieurs stations de mesure) et – s'il en existe – de données historiques. L'IFSN a fixé des valeurs de risque provisoires pour la démonstration demandée de protection suffisante des installations.

Les preuves fournies pour la garantie du refroidissement du cœur s'appuyaient notamment sur les systèmes de postes de commande d'urgence hébergés dans des bâtiments très robustes. Il a été supposé à ce sujet que tous les risques liés à des conditions météorologiques extrêmes pouvaient en principe menacer la sécurité de l'installation, mais que différentes larges fenêtres horaires étaient disponibles pour appliquer des mesures capables de maîtriser la situation.

Contre les risques qui menacent directement, en particulier contre le vent, les tornades et de fortes pluies, les mesures préventives afin de réduire les effets sur l'installation ne sont que partiellement possibles. Ces risques doivent être maîtrisés grâce à la conception de l'installation, notamment la protection suffisante des bâtiments. Pour les températures extrêmes de l'air, les chutes de neige et les feux de forêts, il y a en général plusieurs heures, voire plusieurs jours, de délai. Cependant, la durée d'exposition au risque est en général plus longue que pour les risques survenant instantanément. Des mesures efficaces peuvent être prises pendant ce délai plus long afin de maîtriser ces risques.

Ainsi, par exemple, des mesures préventives pourraient être prises afin de réduire la charge de la neige sur les bâtiments lors de chutes de neige extrêmes s'étalant sur plusieurs jours. Les risques comme la sécheresse ou les conditions hivernales et estivales extrêmes se manifestent sur des périodes encore plus longues, si bien que, là aussi, des mesures efficaces peuvent également être prises à titre préventif. L'intervalle de temps disponible est si large que l'installation peut – si nécessaire – être arrêtée préventivement suffisamment tôt et dans le respect des procédures.

Après examen des documents soumis, l'IFSN est arrivée à la conclusion que, pour toutes les centrales nucléaires suisses, la preuve avait été apportée que le refroidissement du cœur était garanti sans défaut isolé en cas de conditions météorologiques extrêmes survenant avec une fréquence supérieure ou égale à 10^{-4} fois par an. Les installations peuvent être sécurisées et le rester pendant plus de 72 heures.

Augmentation des marges de sécurité

En complément des analyses des marges de sécurité réalisées dans le cadre du projet ERSIM (voir chapitre 2.3), les exploitants des centrales nucléaires suisses devaient également indiquer les marges de sécurité en cas de conditions météorologiques extrêmes, les installations mobiles stockées sur le terrain de la centrale pouvant également être prises en compte pour les risques ne survenant pas instantanément.

Après examen des analyses des marges de sécurité fournies, l'IFSN est arrivée à la conclusion que toutes les centrales nucléaires suisses étaient à considérer comme très résistantes vis-à-vis des conditions météorologiques extrêmes, notamment en raison de l'architecture bunkérisée des systèmes de postes de commande d'urgence et de l'alimentation en eau de refroidissement indépendante de l'eau de rivière. La robustesse des centrales de Beznau et de Mühleberg face à des conditions météorologiques extrêmes a été augmentée par le remplacement de l'alimentation électrique de secours (projet AUTANOVE) et par le rééquipement d'une alimentation en eau de refroidissement indépendante de l'eau de rivière pour le système de postes de commande d'urgence (voir chapitre 2.2).

L'examen a permis à l'IFSN d'identifier des mesures supplémentaires pour la quantification précise des marges de sécurité existantes de la voie de mise à l'arrêt 1 et pour l'accroissement des marges de sécurité, notamment en ce qui concerne les risques liés aux fortes pluies et aux températures extrêmes. Les mesures d'augmentation des marges de sécurité ont notamment pour objectif d'améliorer la protection des bâtiments essentiels pour la sécurité de la voie de mise à l'arrêt 1 contre

les infiltrations d'eau et les élévations de température. La satisfaction de ces exigences reste à concrétiser et elle est suivie par l'IFSN dans le cadre de la procédure de surveillance.

3 Protection contre la perte des fonctions de sécurité fondamentales

3.1 Perte de l'alimentation en courant alternatif

Après l'accident de Fukushima, l'IFSN a aussi demandé, entre autres, dans ses décisions prises en 2011, une réévaluation des mesures préventives en cas de panne totale de l'alimentation en courant alternatif. Dans les centrales nucléaires suisses, cette hypothèse suppose que l'alimentation secteur externe et l'alimentation électrique interne des auxiliaires, de même que les alimentations de secours et les alimentations des postes de commande d'urgence à redondance multiple, sont toutes en panne. Il a uniquement été supposé que seule était disponible l'alimentation à courant continu par batteries, limitée dans le temps.

Refroidissement du réacteur et des piscines de stockage des assemblages combustibles

En se basant sur les études réalisées à ce sujet, l'IFSN est arrivée à la conclusion que toutes les centrales nucléaires suisses disposaient de mesures préventives ciblées pour maîtriser cette défaillance hors dimensionnement et garantir le refroidissement du cœur. En fonction de l'installation, il est possible, à l'aide de systèmes de sécurité fonctionnant sur batteries et/ou de dispositifs de limitation de pression ou de décompression passifs, de gagner du temps jusqu'à ce que des mesures d'urgence applicables sans alimentation en électricité soient prises. De plus, conséquence directe du grave accident de Fukushima, des conduites d'amenée séparées les unes des autres ont été rajoutées pour l'alimentation externe des piscines de stockage des assemblages combustibles au moyen d'installations mobiles.

Compte tenu des leçons tirées du grave accident de Fukushima, les exploitants des centrales nucléaires suisses ont élargi les stratégies existantes en vue de maîtriser une panne de l'ensemble de l'alimentation en courant alternatif, de sorte que l'alimentation en électricité des principaux éléments essentiels à la sécurité puisse également être rétablie. Pour ce faire, des génératrices diesel de plus grande puissance ont été soit installées à demeure sur les toits des bâtiments des postes de commande d'urgence, soit disposées en différents endroits des terrains des installations pour permettre une utilisation flexible. Les raccordements nécessaires ont été ajoutés.

En se basant sur les inspections réalisées en 2012 dans toutes les centrales nucléaires suisses, l'IFSN est arrivée à la conclusion que

- des équipements de secours en nombre largement suffisant (pompes à incendie, camions-citerne incendie, génératrices diesel) sont disponibles sur le terrain des installations,
- les points d'alimentation et de raccordement qui leur sont nécessaires ont été réalisés, sont physiquement séparés et accessibles,
- les équipements de secours sont entreposés de manière à être à l'abri des tremblements de terre et des inondations,
- les réserves de produits nécessaires à leur fonctionnement (carburant diesel et lubrifiants) sont suffisantes pour permettre un fonctionnement des moyens de secours d'urgence pendant 7 jours.

Les stratégies existantes dans les centrales nucléaires suisses pour garantir de manière ciblée le refroidissement du cœur et de celui de la piscine de stockage des assemblages combustibles en cas de panne totale de l'alimentation en courant alternatif ont encore été améliorées de manière ciblée

par l'acquisition de moyens de secours d'urgence supplémentaires et l'adaptation des consignes existantes à suivre en cas d'urgence. Les moyens de secours d'urgence nécessaires à cela sont disponibles sur le terrain de l'installation et peuvent être efficacement utilisés. De plus, en raison de la construction du dépôt d'urgence extérieur de Reitnau en 2011, conséquence directe du grave accident de Fukushima, il existe la possibilité d'avoir recours à des moyens de secours d'urgence supplémentaires (voir chapitre 4.1).

Isolation de l'enceinte de confinement pendant les arrêts pour révision

L'isolation de l'enceinte de confinement est partiellement levée pendant les arrêts pour révision afin de permettre le transport du matériel nécessaire aux opérations de révision et l'accès du personnel chargé de ces travaux. Si une panne totale de l'alimentation en courant alternatif devait se produire, le rétablissement de l'isolation de l'enceinte de confinement alors nécessaire ne serait possible que dans des conditions plus difficiles.

L'IFSN a concrétisé l'ensemble des études faites à ce sujet, dans lesquelles les exploitants des centrales nucléaires suisses devaient analyser les moyens nécessaires au rétablissement de l'isolation du confinement (éclairage de secours, outils), le personnel requis, les instructions et les marches de travail existant dans les règlements et la durée du processus d'isolation. En se basant sur ces analyses, les exploitants des centrales nucléaires suisses ont identifié plusieurs améliorations. Celles-ci concernent notamment les mesures permettant une fermeture plus rapide du portail pour le matériel de l'enceinte de confinement. L'IFSN suit l'application de ces mesures dans le cadre de la procédure de surveillance.

Après examen des analyses fournies, l'IFSN est arrivée à la conclusion qu'en cas de panne totale de l'alimentation en courant alternatif, l'isolation du confinement lors des arrêts pour révision dans les centrales nucléaires suisses peut, avec les moyens techniques existants, être garantie en temps voulu avant que les installations n'atteignent des états dans lesquels pourrait survenir un rejet de substances radioactives.

3.2 Perte de la source froide ultime

Après l'accident de Fukushima, l'IFSN a demandé entre autres, dans ses décisions de 2011, une réévaluation de l'alimentation des centrales nucléaires suisses en eau de refroidissement. Les centrales de Beznau, Gösgen et Leibstadt disposent encore, en plus de l'alimentation en eau de refroidissement provenant de cours d'eau (source froide ultime), d'alimentation en eau de refroidissement provenant de la nappe phréatique grâce à laquelle, en cas de perte de la source froide ultime, l'évacuation de chaleur résiduelle du réacteur et le refroidissement des systèmes essentiels pour la sécurité sont garantis.

A cette époque, la centrale nucléaire de Mühleberg ne disposait pas d'une alimentation en eau de refroidissement indépendante de l'Aar. Cette alimentation était certes assurée par deux ouvrages de prise d'eau de conception différente, mais uniquement alimentés par de l'eau de rivière. La vérification de leur conception contre une inondation a montré (voir chapitre 2.2) qu'une obstruction simultanée de ces prises d'eau ne pouvait pas être exclue en cas de crue décennale. Avec l'alimentation de secours à l'épreuve des inondations via le réservoir en hauteur de Runtigenrain, rajouté en 2015, la centrale nucléaire de Mühleberg dispose, comme les autres centrales nucléaires suisses, d'une alimentation en eau de refroidissement indépendante de l'eau de rivière.

4 Protection contre les accidents graves (Severe Accident Management)

Avant l'accident de Fukushima, les centrales nucléaires suisses disposaient déjà d'aides à la décision pour limiter les conséquences des accidents graves (SAMG) qui couvraient tous les états des installations. Dans le cadre du Severe Accident Management spécifique à chaque installation, empêcher ou stopper le processus de fusion du cœur, préserver l'intégrité de l'enceinte de confinement, dernière barrière de retenue, et limiter le rejet de substances radioactives dans l'environnement sont les principales préoccupations. Des améliorations ponctuelles concernant le Severe Accident Management ont également été apportées à partir des études portant sur le déroulement de l'accident survenu à Fukushima.

4.1 Création d'un dépôt externe

Au printemps 2011, à la suite d'une décision de l'IFSN, les centrales nucléaires suisses ont mis en service, au titre de mesure immédiate, un dépôt d'urgence externe commun où ont été entreposés des moyens d'intervention supplémentaires contre les accidents graves. Le site devait être choisi de façon que le dépôt ne soit pas touché par une inondation de grande ampleur des sites des centrales et soit lui-même à l'épreuve des tremblements de terre. De plus, les quantités minimales de moyens d'intervention à entreposer avaient aussi été définies.

En se basant sur le concept d'intervention fourni par la société exploitante, l'IFSN est arrivée à la conclusion que le dépôt installé à Reitnau, en Argovie, convenait en principe pour satisfaire les besoins d'une protection d'urgence élargie des centrales nucléaires suisses en cas d'accidents graves. Le dépôt répond aux prescriptions parasismiques pour les ouvrages de classe III de la norme SIA 261, et la situation centrale de l'entrepôt par rapport aux sites des centrales a été jugée avantageuse.

Dans le cadre des inspections, l'IFSN a de plus été convaincue que les moyens d'intervention indiqués dans la liste d'inventaire et entreposés dans le dépôt étaient prêts à être utilisés et disponibles dans les quantités minimum souhaitées, que ces moyens d'intervention étaient entretenus périodiquement et que les rampes et surfaces de chargement étaient disponibles à toute heure du jour et de la nuit pour leur transport par camion ou par hélicoptère.

Dans le cadre de l'exercice général d'urgence (EGU) 2013, les procédures définies dans le concept d'exploitation du dépôt ont été testées, depuis l'alarme jusqu'au transport des moyens d'intervention à destination de la centrale nucléaire participant à l'exercice, en passant par la mise à disposition. L'évaluation de l'exercice a montré que la communication et l'information entre la centrale nucléaire concernée et la société exploitante du dépôt de Reitnau étaient à améliorer en ce qui concerne le moment où les transports de matériels ont été commandés, leur nature et dans quel ordre cela a été réalisé. Avec l'optimisation des listes de commande, l'identification précise des modules d'intervention et l'introduction d'un bulletin de transport, les conditions nécessaires pour améliorer ces points ont été créées. L'utilisation des moyens provenant du dépôt de Reitnau a été testée une nouvelle fois dans le cadre de l'EGU 2015. Dans le rapport final sur l'EGU 2015, il a été constaté que les leçons tirées de l'EGU 2013 avaient été retenues et que le concept d'intervention avait fait ses preuves.

Dans une étape finale, l'IFSN a vérifié l'intégration du dépôt externe de Reitnau dans les règlements des centrales nucléaires suisses. Après examen des règlements modifiés par les exploitants, l'IFSN est arrivée à la conclusion que les responsabilités dans l'état-major d'intervention pour la demande de moyens d'intervention du dépôt de Reitnau ont été correctement introduites dans les consignes d'intervention d'urgence spécifiques aux installations.

4.2 Maintien de l'intégrité de l'enceinte de confinement

Après l'accident de Fukushima, l'IFSN a aussi entre autres demandé, dans ses décisions de 2011 et de 2013, une réévaluation des mesures préventives contre une formation d'hydrogène en cas d'arrêt du refroidissement du cœur et de la piscine de stockage des assemblages combustibles. Le risque couru par les structures des bâtiments en cas de déflagrations et de détonations d'hydrogène à l'intérieur de l'enceinte de confinement consécutives à des niveaux de concentration d'hydrogène non autorisés a déjà été étudié précocement pour les centrales nucléaires suisses, à la suite de quoi des mesures préventives ont été prises pour limiter les concentrations d'hydrogène dans l'enceinte de confinement et elles ont ensuite été appliquées dans toutes les centrales nucléaires suisses.

Formation d'hydrogène en cas d'arrêt du refroidissement des piscines de stockage des assemblages combustibles

Après l'explosion du bâtiment du réacteur dans l'une des tranches à l'arrêt de la centrale nucléaire de Fukushima, il a été supposé, au début, qu'elle avait été provoquée par une concentration d'hydrogène d'un niveau non autorisé consécutive à une réaction zircon – eau dans la piscine de stockage des assemblages combustibles. En 2012, cette hypothèse a été contredite par des rapports d'analyse japonais à ce sujet car il n'y avait aucune trace de dommage du combustible ni des gaines d'assemblage dans la piscine de stockage des assemblages combustibles.

Dans ces conditions, l'IFSN a demandé aux exploitants des centrales nucléaires suisses de vérifier d'autres sources potentielles d'hydrogène dans les piscines de stockage des assemblages combustibles. Après examen des analyses fournies, l'IFSN est arrivée à la conclusion que les quantités d'hydrogène produites par radiolyse dans l'eau de la piscine ne suffisaient pas pour créer un mélange inflammable.

Les autres analyses se sont donc concentrées sur le maintien du refroidissement des piscines de stockage des assemblages combustibles pour éviter a priori des concentrations d'hydrogène d'un niveau non autorisé consécutives au retrait des assemblages combustibles. A la suite de ces analyses, l'IFSN a jugé nécessaire de prendre des mesures de rééquipement. Celles-ci concernaient la surveillance du niveau de remplissage, la température et l'alimentation de secours des piscines de stockage des assemblages combustibles, ainsi que la modernisation des systèmes de refroidissement des piscines de stockage des assemblages combustibles dans les centrales nucléaires de Beznau et de Mühleberg. A l'exception de la modernisation des systèmes de refroidissement (voir chapitre 2.1), ces rééquipements ont, pour l'essentiel, été réalisés.

Formation d'hydrogène en cas d'arrêt du refroidissement du cœur

Les centrales nucléaires suisses disposent actuellement, en fonction de leur conception, de différents systèmes permettant d'éviter des concentrations d'hydrogène d'un niveau non autorisé à l'intérieur de l'enceinte de confinement, comme des igniteurs actifs, des recombineurs actifs ou passifs ou des

systèmes de mélange actifs/passifs. La centrale nucléaire de Mühleberg est la seule installation qui dispose d'une enceinte de confinement inertisée. Toutes les installations sont de plus équipées d'un système de décompression filtrée de l'enceinte de confinement.

L'IFSN avait demandé aux exploitants des centrales nucléaires suisses de vérifier à nouveau les mesures de protection adoptées jusqu'ici contre les phénomènes de combustion d'hydrogène en cas d'accidents graves par rapport aux points suivants:

- robustesse des mesures d'hydrogène existantes,
- traitement des conséquences des phénomènes de combustions d'hydrogène dans les aides à la décision existantes pour limiter les conséquences d'accidents graves (SAMG),
- extension des mesures préventives pour éliminer l'hydrogène,
- conséquences d'une propagation d'hydrogène en dehors de l'enceinte de confinement.

Après examen des analyses fournies, l'IFSN est arrivée à la conclusion que toutes les centrales nucléaires suisses présentaient déjà un niveau élevé de protection contre les combustions l'hydrogène en cas d'accidents graves. Indépendamment de cela, les centrales nucléaires de Gösgen et de Leibstadt vont se rééquiper avec des recombineurs passifs, respectivement des recombineurs passifs en liaison avec des igniteurs passifs, à l'intérieur de l'enceinte de confinement. Les deux installations ont soumis à ce sujet des concepts de réalisation qui ont déjà été évalués de manière positive par l'IFSN ou qui doivent encore finir de l'être. A l'avenir, toutes les centrales nucléaires suisses disposeront ainsi de mesures passives pour éliminer l'hydrogène. La centrale nucléaire de Beznau va augmenter sa capacité d'élimination de l'hydrogène grâce au montage de recombineurs passifs supplémentaires à l'intérieur de l'enceinte de confinement. Une demande de concept allant dans ce sens a été approuvée par l'IFSN.

Une concentration d'hydrogène inflammable dans les secteurs situés à l'extérieur de l'enceinte de confinement n'est pas à attendre si l'étanchéité de l'enceinte de confinement est conforme à la conception et si les mesures d'urgence prévues conformément aux analyses ont été appliquées avec succès. Indépendamment de cela, les centrales nucléaires de Gösgen et de Leibstadt envisagent aussi d'ajouter encore des recombineurs passifs dans l'espace annulaire des bâtiments des réacteurs dans le cadre des concepts de mise en œuvre mentionnés ci-dessus. La centrale nucléaire de Mühleberg a développé un concept pour pouvoir mesurer la concentration d'hydrogène dans le bâtiment du réacteur avec des appareils de mesure mobiles et prendre des mesures d'urgence afin de réduire la concentration d'hydrogène dans le bâtiment du réacteur en se basant sur les résultats de ces mesures. Ce concept a été évalué de manière positive par l'IFSN et mis en œuvre dans le cadre de la gestion des accidents. Pour le moment, la centrale nucléaire de Beznau effectue encore des analyses pour déterminer quelles mesures spécifiques aux installations pourraient être prises afin de réduire la concentration d'hydrogène à l'extérieur du bâtiment du réacteur.

Par ailleurs, l'IFSN a également demandé des mesures de modernisation supplémentaires portant, entre autres, sur le remplacement des mesures d'hydrogène existantes dans l'enceinte de confinement de la centrale nucléaire de Gösgen et des mesures d'urgence complémentaires pour préserver la fonction de filtrage du système de décompression de l'enceinte de confinement de la centrale nucléaire de Mühleberg, même après plusieurs explosions d'hydrogène dans la voie de décompression. Ces mesures ont depuis été appliquées.

4.3 Stratégie d'intervention longue durée des organisations d'urgence

L'accident de Fukushima a clairement montré que la disponibilité opérationnelle et la capacité fonctionnelle des organisations d'urgence devaient être durablement garanties, y compris dans des conditions environnantes rendues difficiles. Dans ce contexte, l'IFSN a inspecté les locaux d'intervention d'urgence et les locaux d'intervention d'urgence de remplacement sur les sites des centrales nucléaires suisses. En se basant sur ces inspections, l'IFSN est arrivée à la conclusion que les stratégies d'intervention appliquées jusqu'à présent concernant l'engagement et la protection du personnel nécessaire en cas d'urgence dans le scénario d'accident grave servant de base ne suffisent pas encore, de même que les moyens et les procédures de surveillance de la qualité de l'air dans les locaux d'intervention d'urgence et les locaux d'intervention d'urgence de remplacement. L'IFSN a notamment demandé la vérification de l'aménagement des locaux d'intervention d'urgence supplémentaires situés à l'extérieur des installations.

Au mois de février 2013, les exploitants des centrales nucléaires suisses ont présenté les résultats de la vérification de leur stratégie d'intervention pour les organisations d'urgence dans la perspective d'une intervention de longue durée s'étalant sur plusieurs jours et semaines. Ainsi, sur les sites des centrales, en plus de la salle de commandement principale et du local d'intervention d'urgence, si ceux-ci sont inutilisables, un poste de commande d'urgence bunkérisé et un local d'intervention d'urgence de remplacement également bunkérisé sont à la disposition des organisations d'urgence. Une condition essentielle pour l'utilisation de longue durée de ces locaux est que le matériel de radioprotection soit disponible en quantité suffisante. A ce propos, des mesures supplémentaires ont été adoptées pour la surveillance de la situation radiologique dans les locaux d'intervention d'urgence et les locaux d'intervention d'urgence de remplacement. Par ailleurs, les exploitants prévoient d'élargir les stratégies d'intervention appliquées jusqu'à présent de manière que des locaux d'intervention supplémentaires situés à l'extérieur des installations soient également disponibles.

En 2013, dans le cadre de l'évaluation des stratégies d'intervention élargies, l'IFSN a inspecté le matériel de radioprotection disponible sur les terrains des centrales et est arrivée à la conclusion que ce matériel était suffisant pour équiper le personnel prévu en équipements de radioprotection individuels appropriés au cours de la première phase suivant un accident grave. A la suite de ces inspections, les exploitants ont redéfini les effectifs minimum en personnel de radioprotection nécessaires en pareil cas. Le fait de ne pas atteindre les effectifs minimum est considéré comme un critère organisationnel de mise hors service, qui a été adapté dans les règlements des différentes centrales.

Après examen des stratégies d'intervention élargies, l'IFSN est arrivée à la conclusion que la protection d'urgence interne des installations serait encore améliorée grâce aux locaux d'intervention d'urgence supplémentaires prévus. Des études approfondies sur les conséquences radiologiques d'un accident grave sur le personnel se trouvant dans l'installation ont été faites à partir desquelles ont été prises des mesures d'amélioration ciblées. Depuis, tous les exploitants ont identifié des locaux extérieurs pour leurs organisations d'urgence. De l'avis de l'IFSN, il est nécessaire d'intégrer comme options fermes les centres d'intervention d'urgence externes dans la planification d'urgence afin qu'ils puissent servir de point de contact pour toute l'organisation d'urgence, et d'adapter les documents d'intervention d'urgence en conséquence. Des exigences concrètes ont donc été formulées en ce qui concerne les centres d'intervention d'urgence externes à construire, exigences qui concernaient

notamment l'équipement en moyens de communication et en matériels de radioprotection, ainsi que la fixation de critères pour leur acquisition. Il a en outre été demandé que la compatibilité des nouveaux centres d'intervention d'urgence externes avec le transfert des états-majors d'urgence soit démontrée par un exercice interne avant la fin du 1^{er} trimestre 2017. La satisfaction de ces exigences est suivie par l'IFSN dans le cadre de son activité de surveillance.

Les locaux d'urgence de l'IFSN (GENORA) ont également été soumis en 2012 à un contrôle. Des améliorations ponctuelles ont déjà été réalisées en matière de résistance sismique, d'autres possibilités de modernisation sont à l'étude. Afin de préserver les capacités d'intervention d'urgence, notamment en cas d'événements naturels extrêmes, le concept d'un site alternatif pour les locaux d'intervention d'urgence de l'IFSN a également été considéré. Pour mettre à profit les effets de synergie, il a été convenu avec la Centrale nationale d'alarme (CENAL) que le site de celle-ci, à Zurich, serait utilisé comme site de remplacement de l'organisation d'urgence de l'IFSN. Après la mise à disposition de l'infrastructure informatique nécessaire et de la documentation d'urgence, l'accès des collaborateurs de l'IFSN a été précisé et des exercices d'intervention ont été organisés. Le site de remplacement de l'organisation d'urgence de l'IFSN a été déclaré opérationnel fin 2016.

4.4 Propagation de matières radioactives dans les cours d'eau

Dans le cadre du plan d'action Fukushima, l'IFSN a entre autres vérifié les procédures existantes pour la gestion des défaillances et les mesures de protection d'urgence du point de vue de leur efficacité pour la protection de l'eau potable. En 2013, l'IFSN a réalisé une analyse de la situation à ce sujet en collaboration avec les services officiels concernés par la protection d'urgence, la Centrale nationale d'alarme (CENAL), l'Office fédéral de la santé publique (OFSP), l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) et les cantons concernés. Cette analyse a montré que les dispositions légales et les procédures et mesures existantes de protection d'urgence convenaient en principe pour la protection des personnes et de l'environnement. Sur quelques rares points, résumés dans quatre paquets de travaux, il y avait cependant une nécessité de vérification. L'état du traitement des paquets de travaux se présente comme suit:

Paquet de travaux 1: étude des défaillances du point de vue des rejets de substances radioactives par la voie des eaux et de la nécessité d'un concept pour le traitement de grandes quantités d'eau contaminée

Fin 2013, toutes les centrales nucléaires suisses ont indiqué à quels rejets de substances radioactives par la voie des eaux il fallait s'attendre en cas de perturbations de l'exploitation et d'accidents dans les limites du dimensionnement. L'IFSN a examiné les rapports fournis et approuvé les déclarations qu'ils contenaient selon lesquelles il ne pourrait y avoir des rejets dans les rivières ou les eaux souterraines qu'en cas d'accidents dans les limites du dimensionnement du type «tremblement de terre» et «inondation d'origine externe». Ces émissions ont été estimées à moins de $5,5 \cdot 10^{11}$ Bq pour les centrales nucléaires de Beznau, Gösgen et Leibstadt et à moins de $4,1 \cdot 10^{13}$ Bq pour la centrale nucléaire de Mühleberg et doivent, du point de vue de l'IFSN, être estimées très conservatives dans la mesure où il a été supposé que la totalité des rejets des cuves ou des systèmes défectueux aboutissait directement dans la rivière. Aucun effet de rétention des bâtiments n'a été crédité. Si, par ailleurs, aucune mesure de protection de la population n'était prise dans l'environnement des centrales nucléaires, une dose par ingestion supplémentaire par la voie des eaux, comprise entre 0,1 et 3,3 mSv en fonction du débit de la rivière, serait liée à ces rejets. Cette dose par ingestion, estimée de manière

extrêmement conservatrice, se situe nettement en dessous de la dose autorisée en cas de défaillance dans les limites du dimensionnement pour une personne de la population, dose fixée à 100 mSV par l'art. 94 de l'ordonnance sur la radioprotection (ORaP).

Les études fournies fin 2015 pour l'évaluation du rejet de substances radioactives liquides en cas de défaillances dépassant les limites du dimensionnement (accidents graves) se basaient sur 5 situations d'accidents allant de dommages au cœur dans la cuve du réacteur à une fusion du cœur pénétrant dans la structure du bâtiment du réacteur. Après examen de ces études, l'IFSN est arrivée à la conclusion qu'il ne fallait pas s'attendre à des contaminations plus graves des eaux souterraines et des cours d'eau, même en cas d'événement extrême avec fusion du cœur et dommages sur l'enceinte de confinement, car les dalles de sol et les structures en béton des bâtiments des réacteurs sont extrêmement résistantes et des mesures d'urgence existent pour le refroidissement de la fusion du cœur.

Même la situation à Fukushima, où l'eau souterraine pénètre en permanence dans le bâtiment du réacteur et génère une grande production d'eau radioactive contaminée, n'est pas transposable aux centrales nucléaires suisses en raison de la localisation des eaux souterraines sur les sites et de la robustesse des bâtiments des réacteurs. L'IFSN considère donc que d'autres mesures préventives en vue de la rétention et du traitement de l'eau radioactive contaminée ne sont pas appropriées.

Paquet de travaux 2: vérification des voies de notification

La vérification des voies de notification a été réalisée sous la direction de l'Office fédéral de la protection de la population (OFPP). Dans une première étape, les processus ont été examinés entre les services fédéraux OFPP, IFSN et OFSP. Cette vérification a montré que les voies de notification étaient bien établies entre les centrales nucléaires et les services fédéraux et les cantons. Des optimisations possibles ont cependant été identifiées dans le déroulement des processus. En particulier, l'OFPP distingue désormais entre les procédures d'alerte ou d'alarme de la population par une notification provenant d'une installation nucléaire et celles déclenchées automatiquement par les valeurs mesurées par les systèmes de mesure surveillant le débit de dose local et la radioactivité dans l'air et dans l'eau. L'OFPP a adapté le déroulement des processus correspondants. A la suite de ces vérifications, l'IFSN a également complété ses instructions de travail pour l'ingénieur de piquet avec des consignes explicites pour la voie des eaux.

Dans une deuxième étape, les cantons concernés ont été associés à la vérification. Là aussi, il s'est avéré que les processus établis suffisaient largement, mais que les déroulements de certains d'entre eux devaient être complétés ou optimisés. Cela concernait notamment les processus d'alarme et les voies de notification pour les services de traitement de l'eau dans les cantons. L'état d'application a été vérifié début 2016 lors d'un exercice. Depuis, tous les cantons concernés ont modifié et introduit les processus nécessaires. Le message d'alerte adressé aux cantons par la CENAL a également été discuté et la version remaniée a été envoyée aux cantons pour consultation. Les travaux qui étaient encore en suspens ont également été réalisés. L'OFPP prévoit de vérifier les processus d'alarme et les voies de notification en cas de rejet de substances radioactives dans les cours d'eau en organisant un exercice d'alarme au cours du 1^{er} trimestre 2017. Des exercices d'alarme périodiques sont prévus par la suite.

Paquet de travaux 3: vérification des critères radiologiques pour l'alarme et l'engagement de mesures immédiates

En collaboration avec l'OFSP et l'OFPP, l'IFSN a vérifié les critères radiologiques pour l'alarme et les mesures immédiates en cas de rejet de substances radioactives dans l'Aar et le Rhin, et les a documentés dans un dossier. Les critères radiologiques sont surveillés comme suit:

- Avec les cinq sondes de mesure nouvellement installées par l'OFSP sous les centrales nucléaires suisses, l'eau de rivière est constamment surveillée par rapport au débit de dose et à l'activité du rayonnement gamma. En cas de dépassement de la valeur limite d'immission pour le Cs-137 (pré-alarme) ou de la valeur limite fixée dans l'ordonnance sur les substances étrangères et les composants (OSEC) pour le Cs-137 (alarme), une alarme de l'OFPP et de l'OFSP a lieu. Après vérification de la réalité de l'alarme (absence de déclenchement intempestif), les points de captage d'eau potable concernés et, le cas échéant, la centrale d'alerte principale de Weil am Rhein sont informés par une alarme préliminaire. En cas d'alarme, les cantons sont informés et les mesures de protection nécessaires sont engagées.
- Conformément à leur règlement concernant les rejets, qui fait partie de leur autorisation d'exploitation, et à la directive IFSN-Bo3, les centrales nucléaires suisses doivent signaler tout rejet radioactif non autorisé (non autorisé en termes de quantité, de concentration, de voie de rejet, ou de contrôle ou de bilan défectueux) ainsi qu'un dépassement des valeurs limites d'immission conformément à l'art. 102, al. 2 de l'ORaP. En cas de rejet non autorisé, l'IFSN vérifie le respect des valeurs limites de l'OSEC en se basant sur des règles de base conservatives. Si celles-ci sont transgressées, les cantons sont alertés et les mesures de protection nécessaires sont engagées. Si ces émissions dépassent les valeurs indicatives internationales correspondantes, la centrale d'alerte principale de Weil am Rhein est également informée. En plus d'une estimation de la concentration des activités dans le cours d'eau, les règles de base permettent également une estimation des temps d'écoulement depuis les sites des centrales nucléaires jusqu'aux points de captage d'eau potable. Pour que la Suisse s'acquitte pleinement de son obligation internationale dans le cadre du service d'avertissement du Rhin, un seuil de notification de 5000 GBq a été inscrit dans la version actuelle de la directive IFSN-Bo3 (novembre 2016) pour les émissions prévues d'eaux usées contenant du tritium.

Paquet de travaux 4: vérification et complément du programme de surveillance de l'environnement

L'OFSP a dirigé la vérification des programmes de surveillance de l'environnement existants et mis en service, par la suite, un nouveau réseau de mesure automatique pour la surveillance de la radioactivité dans l'eau de rivière (URAnet aqua). Ce réseau comporte cinq sondes de mesure sodium – iode pour la surveillance de l'activité du rayonnement gamma dans l'eau de rivière en aval des centrales nucléaires suisses. Elles se trouvent à Radelfingen, Hagneck, Aarau, Laufenburg et Bâle. Après une phase de test, le réseau de mesure est opérationnel depuis novembre 2015. Les sondes atteignent une limite de détection de 1 Bq/l pour un temps de mesure d'une heure pour le Cs-137. Ainsi, le respect des valeurs limite d'immission de 10 Bq/l pour le Cs-137 peut être surveillé de manière fiable. Les sondes fournissent des valeurs moyennes par 10 minutes, par heure et par jour. Les valeurs moyennes journalières sont disponibles sur www.radenviro.ch [sous Réseau de mesure «URAnet aqua»].

Toutes les activités menées dans le cadre des paquets de travaux mentionnés ci-dessus se termineront avec les tests réguliers des voies d'alerte et d'alarme qui doivent commencer en 2017.

4.5 Effets de substances dangereuses non nucléaires

En cas de défaillance dépassant les limites de dimensionnement (accidents graves), des interventions sur place par le personnel interne sont souvent prévues dans les stratégies d'urgence des centrales nucléaires suisses. Des liquides ou des gaz inflammables et explosifs, des produits chimiques corrosifs ou dangereux pour la santé se trouvent sur le terrain de chaque centrale nucléaire. L'IFSN a donc examiné dans quelle mesure des substances dangereuses conventionnelles pouvaient compromettre la maîtrise d'accidents graves dans les centrales nucléaires suisses et quelles contre-mesures étaient disponibles.

Des éclaircissements demandés aux exploitants des centrales nucléaires suisses ont montré qu'en cas de rejet ou d'incendie de substances dangereuses non nucléaires stockées, les mesures d'urgence nécessaires en cas d'accident grave pouvaient être appliquées. Dans le cadre de ces études, il a été constaté que, dans la centrale nucléaire de Beznau, la résistance statique des batteries de bouteilles de gaz sous pression contenant de l'hydrogène en cas de tremblement de terre important devait être vérifiée de façon plus détaillée. Les analyses de l'exploitant ont confirmé ultérieurement une résistance statique suffisante. La centrale nucléaire de Gösgen a transféré à un autre endroit un dépôt pour des parties de l'équipement de protection contre les risques chimiques, tandis que quatre nouvelles tenues d'intervention chimique ont été acquises à la centrale nucléaire de Leibstadt. Aucune contre-mesure supplémentaire n'a été identifiée pour la centrale nucléaire de Mühleberg.

5 Gestion nationale des urgences

A la suite de l'accident de Fukushima, le groupe de travail interdépartemental pour la vérification des mesures de protection d'urgence en cas d'événements extrêmes en Suisse (IDA NOMEX) a été convoqué sur mandat du Conseil fédéral. Des experts de six départements, de la Chancellerie fédérale, des cantons et de l'IFSN ont examiné 56 mesures de protection d'urgence organisationnelles et législatives du point de vue des potentiels d'amélioration. L'IFSN était responsable de 4 de ces mesures et a coordonné leur traitement avec d'autres services fédéraux et des cantons. L'état du traitement de ces mesures est présenté ci-dessous.

5.1 Redéfinition des exigences concernant les systèmes de mesure et de prévision

Les systèmes de mesure et de prévision utilisés pour l'enregistrement et l'évaluation de la situation radiologique lors d'un accident grave en Suisse comprennent le réseau automatique pour la surveillance du débit de dose dans l'environnement des centrales nucléaires, la transmission des paramètres des installations nucléaires à l'IFSN et le système de calcul de l'IFSN pour les calculs de prévision de la dispersion atmosphérique des substances radioactives. Les exigences concernant les systèmes de mesure et de prévision ont été redéfinies en collaboration avec les services fédéraux et les exploitants des centrales nucléaires en tenant compte des enseignements tirés de Fukushima. La redondance et la sécurité des systèmes de mesure et de prévision en cas d'événements extrêmes ont été vérifiées sur cette base. Il en est résulté les améliorations suivantes:

- Le système de mesure du débit de dose au voisinage des centrales nucléaires doit être modernisé en ce qui concerne les télécommunications, l'infrastructure et l'alimentation en électricité. Les mesures nécessaires pour cela ont été intégrées dans la planification stratégique des années à venir pour le développement et la maintenance du système de mesure du débit de dose. En 2016, en particulier, le matériel informatique de la centrale pour le réseau de surveillance automatique du débit de dose au voisinage des centrales nucléaires (MADUK) a été renouvelé et le système d'exploitation et de bases de données a été mis à niveau. De plus, à partir de fin 2016, des éléments de la centrale MADUK sont disponibles sur le site de remplacement de l'organisation d'urgence de l'IFSN de manière qu'en cas de besoin, la centrale puisse également être exploitée depuis le site de la CENAL (voir également chapitre 4.3). La spécification détaillée des nouvelles sondes de mesure du MADUK, avec des exigences accrues en ce qui concerne les télécommunications, l'infrastructure et l'alimentation en électricité, sera élaborée par l'IFSN au cours de l'année 2017.
- Les exigences concernant la transmission automatique des paramètres des installations en cas de séismes graves doivent être concrétisées dans la directive IFSN-B12. Une nouvelle édition de la directive IFSN-B12 est prévue pour 2018.
- Pour le nouveau système JRODOS/LASAT de calcul des doses dans l'environnement des centrales nucléaires en cas d'accidents graves consécutifs au rejet et à la dispersion de substances radioactives, une redondance complète a été créée en 2016 sur le site de remplacement de l'organisation d'urgence de l'IFSN. Le système JRODOS/LASAT remplace le système ADPIC, utilisé depuis le milieu des années nonante.

Dans le cadre de la révision totale de l'ordonnance sur la radioprotection actuellement en cours, de la révision de l'ordonnance sur la protection en cas d'urgence et de l'ordonnance sur les interventions ABCN des dispositions ont été revues. Il s'agit entre autres de celles relatives à l'organisation du prélèvement d'échantillons et des mesures, à l'évaluation de la situation radiologique et aux mesures à ordonner, ainsi que les valeurs limites et les valeurs de référence en matière de radioprotection.

5.2 Vérification des scénarios de référence et du concept de zones

Dans un premier temps, les scénarios de référence pour un accident grave dans une centrale nucléaire suisse, qui servent de base pour la planification de la protection d'urgence au niveau de la Confédération, des cantons et des communes, ont été vérifiés. Cette vérification a été réalisée par l'IFSN en collaboration avec des représentants des cantons, des services fédéraux et des exploitants des centrales nucléaires. Le groupe de travail a examiné les conséquences de différents scénarios pour la protection d'urgence en se basant sur un spectre de scénarios de référence représentatifs défini par l'IFSN et a émis des recommandations pour la préparation de mesures de protection d'urgence.

Les mesures prévues jusqu'à présent dans le concept de mesures à prendre en fonction des doses (annexe 1 de l'ordonnance sur les interventions ABCN, RS 520.17) pour une protection rapide de la population sont toujours considérées comme appropriées et suffisantes. Des besoins d'améliorations ont cependant été identifiés lors de la préparation de ces mesures. Les recommandations du groupe de travail concernaient l'alarme ciblée de parties de la population dans la zone 3, la distribution élargie de pastilles d'iode et l'évacuation préventive dans la zone 2. L'état-major fédéral ABCN a pris connaissance du rapport élaboré par le groupe de travail et l'a approuvé. Le comité du projet sur le concept de protection d'urgence (concept pour la protection d'urgence au voisinage d'installations nucléaires), en se basant sur le rapport du groupe de travail, a élaboré une proposition de scénario de référence qui pourrait désormais servir de base pour la planification d'urgence. Ce scénario, dit A₄, suppose une situation météorologique moyenne et un rejet de radioactivité non filtré. Par rapport au scénario A₂ sur lequel était basée jusqu'à présent la planification d'urgence, les termes sources de l'iode et des aérosols ont été multipliés par un facteur 100 à 1000, le rejet des gaz rares correspond à 100% de l'inventaire du cœur du réacteur. Cette proposition a été approuvée fin 2014 par l'état-major fédéral ABCN.

Le même groupe de travail a pesé les avantages et les inconvénients d'une modification du concept de zones qui existait jusqu'à présent en se basant sur les résultats de la vérification des scénarios de référence. Le principe central était que les modifications du concept de zone ne devaient être faites que si une application plus rapide des mesures de protection d'urgence était à en attendre. Le groupe de travail est arrivé à la conclusion que, concernant le nombre et l'étendue des zones, le concept de zone actuellement en vigueur doit être conservé. Il a cependant été recommandé de renoncer aux secteurs se chevauchant dans la zone 2 afin que le concept de zone soit plus compréhensible. Fin 2014, l'état-major fédéral ABCN a pris connaissance du rapport élaboré par le groupe de travail et l'a approuvé.

Les résultats de la vérification des scénarios de référence et du concept de zones sont intégrés dans le concept de protection d'urgence, qui a été revu sous la direction de l'Office fédéral de la protection de la population (OFPP). Ces résultats exercent de plus en plus une influence sur la révision totale

actuellement en cours de l'ordonnance sur la radioprotection et sur les modifications prévues dans l'ordonnance sur les interventions ABCN et dans l'ordonnance sur la protection d'urgence.

5.3 Application du nouveau classement des urgences compatible avec l'AIEA

De la mission internationale d'examen effectuée en 2011 (voir chapitre 7.2) a résulté la recommandation d'aligner le classement des urgences et la mobilisation des organisations de secours qui est lui liée sur un système de classement de l'Agence Internationale à l'énergie atomique spécialement créé pour les cas d'urgence. Dans ce contexte, en 2013, l'IFSN a élaboré, en collaboration avec les exploitants des centrales nucléaires suisses, un concept pour l'application du classement des urgences compatibles avec l'AIEA.

Début 2015, dans le cadre de la consultation des offices pour la révision de l'ordonnance sur la radioprotection, l'IFSN a proposé une modification de l'annexe 6 de l'ordonnance sur l'énergie nucléaire afin d'introduire un classement des urgences compatible avec celui de l'AIEA. Parallèlement à cela, les exploitants des centrales nucléaires suisses ont élaboré des critères spécifiques aux installations pour les catégories utilisées dans le classement des urgences de l'AIEA. Après examen des documents fournis, l'IFSN est arrivée à la conclusion que les critères techniques et radiologiques utilisés pour les catégories d'urgence utilisées dans le classement de l'AIEA étaient toujours définis de manière spécifique aux installations. La praticabilité des nouveaux critères d'urgence doit encore être vérifiée dans le cadre des exercices de secours après leur implémentation dans les prescriptions d'exploitation spécifique aux installations. L'IFSN a en outre incité les exploitants des centrales nucléaires suisses à vérifier une fois encore les critères techniques et radiologiques choisis ou à les élargir.

Compte tenu des examens supplémentaires demandés, les exploitants des centrales nucléaires suisses ont inclus des critères radiologiques supplémentaires dans le nouveau classement des cas d'urgence. Du point de vue de l'IFSN, le nouveau classement des urgences compatible avec l'AIEA est donc, pour l'essentiel, appliqué dans les centrales nucléaires suisses. Un point en suspens concerne le classement du cas d'urgence «Panne totale de l'alimentation en courant alternatif» pour les réacteurs à eau sous pression. Ce point est suivi dans le cadre de la surveillance de l'IFSN.

5.4 Exigences relatives aux installations de communication

Les leçons tirées de l'accident de Fukushima ont confirmé qu'un fonctionnement fiable des systèmes de communication était indispensable pour une conduite et une coordination efficaces des mesures d'urgence nécessaires. Pour accroître la redondance des moyens de communication dans les situations de crise, l'IFSN – en collaboration avec les cantons d'implantation, la Centrale nationale d'alarme et les exploitants des installations nucléaires – a introduit le 1^{er} novembre 2013 le réseau radio suisse sécurisé POLYCOM, un système de téléphonie alternatif parallèle au réseau de téléphonie fixe/mobile. Ce système radio sécurisé a été utilisé pour la première fois avec succès lors de l'exercice général d'urgence 2013 à la centrale nucléaire de Leibstadt.

L'implémentation d'un réseau de communication supplémentaire spécifiquement sécurisé est actuellement évaluée au niveau de la Confédération. La planification correspondante est assurée sous l'égide de l'OFPP. D'après les premières estimations, une introduction d'un tel réseau de communication au niveau de la Confédération au cours des prochaines années ne semble cependant pas réaliste. L'IFSN travaille donc actuellement sur une solution moins ambitieuse, mais à plus court terme, qui doit couvrir de manière plus fiable la communication entre partenaires de la protection d'urgence si un tremblement de terre extrême survenait.

6 Surveillance nationale

L'analyse approfondie de l'accident de Fukushima a clairement montré, une fois de plus, que la sécurité des centrales nucléaires ne doit pas seulement être évaluée du point de vue technique, mais qu'une vision intégrée de l'ensemble du système sociotechnique, c'est-à-dire des éléments humains, techniques et organisationnels, et de leur interaction complexe, est nécessaire. La culture de sécurité vécue dans les centrales nucléaires joue ici un rôle central qui montre comment les exploitants gèrent la sécurité nucléaire et quelle importance ils lui accordent. En 2012, l'IFSN a eu des entretiens techniques avec les exploitants des centrales nucléaires suisses pour analyser la signification et les répercussions de l'accident de Fukushima sur la culture de sécurité spécifique aux installations.

L'accident de Fukushima a de plus montré que la culture de sécurité d'une organisation exploitante est aussi influencée de façon décisive par la culture de sécurité de l'autorité de surveillance responsable (culture de surveillance). Dans ce contexte, l'IFSN a initié un processus d'autoréflexion sur sa culture de surveillance dans le cadre d'un projet interne qui court sur trois ans afin d'en déduire des mesures d'amélioration concrètes.

6.1 Surveillance dans les centrales nucléaires suisses dans le domaine de la culture de sécurité

La culture de sécurité comprend aussi, outre les caractéristiques visibles et donc évaluables dans la surveillance, comme la structure de l'organisation et les modes de comportement des employés d'une centrale nucléaire, les valeurs des membres de l'organisation qui fait l'objet de surveillance, valeurs non directement observables et difficilement accessibles. Ces dernières nécessitent une approche spécifique dans la surveillance qui consiste, par exemple, en échanges techniques constructifs menés dans un esprit d'ouverture au cours desquels doit être encouragée, en particulier, l'autoréflexion des exploitants sur leur propre culture de sécurité.

L'accident de Fukushima a potentiellement eu des implications à plusieurs niveaux pour la culture de sécurité des centrales nucléaires suisses. Il s'agissait, d'une part, de se demander dans quelle mesure les résultats de l'analyse de l'accident étaient transposables aux centrales nucléaires suisses en matière de la culture de sécurité. Et d'autre part, de réfléchir aux effets sur la culture de sécurité des conséquences politiques de l'accident, à savoir la sortie de l'énergie nucléaire décidée en Suisse.

Au cours des entretiens, on a par exemple cherché à savoir si les employés se sentaient personnellement concernés par les événements du Japon et comment ils voyaient ces événements. La décision de sortir de l'énergie nucléaire qui a suivi a été aussi abordée, ainsi que les mesures prises par les exploitants des centrales nucléaires pour le personnel. Il a aussi été question des connaissances acquises en ce qui concerne l'attitude à adopter face à des événements imprévus, et des possibilités pour les centrales nucléaires suisses de tirer des leçons de l'accident de Fukushima. Que ce soit pour ceux qui font l'objet de la surveillance ou pour l'IFSN elle-même, ces entretiens ont constitué un complément important aux considérations techniques sur l'accident de Fukushima. Les événements survenus au Japon et ceux survenus en Suisse à la suite de l'accident, de même que leurs conséquences, ont ainsi pu faire l'objet d'une réflexion et d'un traitement dans un contexte plus large, au-delà des implications et des mesures techniques.

Après l'accident de Fukushima, une attention spéciale a aussi été portée aux éléments visibles de la culture de sécurité et donc accessibles aux instruments classiques de surveillance. Les inspections du système de gestion des organisations faisant l'objet de surveillance ont, par exemple, été renforcées et systématiquement réalisées. L'IFSN a de plus introduit un nouveau critère de surveillance essentiel dans le domaine du personnel et de l'organisation. Les évolutions à court et à long terme dans le domaine du personnel et de l'organisation et, notamment dans les installations les plus anciennes, les mesures prises pour se préparer à une désaffectation à moyen terme et pour garantir un fonctionnement sûr jusqu'à la mise hors service définitive, font l'objet de ces nouvelles réunions techniques institutionnalisées.

6.2 Réflexion sur la culture de surveillance de l'IFSN

L'influence de l'autorité de surveillance sur les exploitants des centrales nucléaires dépend aussi beaucoup, outre les conditions-cadres légales et institutionnelles, de l'approche choisie pour la surveillance, et de la culture de surveillance des autorités. Pour cette raison, il est indispensable que l'autorité de surveillance se remette constamment en question par rapport à son influence sur ceux qui font l'objet de sa surveillance et leur culture de sécurité, et qu'elle vérifie si la culture de surveillance qu'elle pratique est appropriée et si l'exécution de son mandat légal est utile pour ce qui concerne la protection des personnes et de l'environnement.

Le projet sur la culture de surveillance initié en 2012 par l'IFSN comportait trois phases au cours desquelles l'ensemble du personnel de l'IFSN a été activement impliqué à plusieurs reprises. Au cours de la première phase, il a été procédé à une caractérisation de la culture de surveillance de l'IFSN à partir d'exemples concrets provenant de la pratique de la surveillance. Sur cette base a été élaboré dans une deuxième phase un résumé consolidé des valeurs et des objectifs de culture de surveillance à s'efforcer d'atteindre (état souhaitable), des champs d'action et des propositions de mesures. Les valeurs centrales de la culture de surveillance souhaitable ainsi élaborées par les employés de l'IFSN ont été prises en compte pour la rédaction de la nouvelle charte, en 2014, dans laquelle elles ont été ancrées. Dans la troisième phase du projet, un paquet de mesures a été élaboré pour parvenir à l'état souhaitable formulé au cours de la deuxième phase. Ce paquet comporte entre autres des améliorations pour la formation initiale et continue des employés, l'encouragement de la collaboration interne entre services, l'optimisation de la gestion des projets, l'amélioration des principes de surveillance, la plus large coordination possible des décisions de surveillance avec des effets de plus grande portée, et l'application de la charte dans les activités de surveillance.

L'intériorisation des valeurs, des attitudes et des pratiques élaborées dans le projet et ancrées dans la charte de l'IFSN, ainsi que la mise en œuvre des mesures définies, nécessitent en partie des modifications des modes de comportement et des pratiques établis de longue date au sein de l'IFSN.

7 Collaboration internationale

7.1 Retour d'expériences international

L'évaluation globale et systématique des expériences internationales dans l'exploitation des centrales constitue une source d'informations essentielle pour l'accroissement de la sécurité. Cela suppose que des processus véritablement efficaces soient implémentés dans ce but, que ce soit du côté des exploitants des centrales nucléaires ou du côté de l'autorité de surveillance. Dans ce contexte, en 2012, l'IFSN a contrôlé dans les centrales nucléaires suisses les processus et les documents de consignes afférents pour l'évaluation des expériences internationales d'exploitation.

Ces inspections portant sur des points essentiels ont montré qu'il existe dans toutes les centrales nucléaires suisses des consignes parfaitement appropriées pour une évaluation globale et systématique des expériences internationales d'exploitation. Les besoins d'amélioration ont en particulier été identifiés en ce qui concerne les consignes relatives à l'analyse et aux mesures à en déduire d'une part, et le respect des exigences de la directive IFSN-Bo2 d'autre part. A la mi-2011, peu après l'accident de Fukushima, les exigences concernant la taille des comptes rendus sur des incidents internationaux importants ont été durcies dans la directive IFSN-Bo2. Les mesures d'amélioration identifiées ont été mises en œuvre en 2013 dans l'ensemble des centrales nucléaires suisses.

L'IFSN suit l'évaluation internationale des événements dans des commissions et des groupes de travail bilatéraux (p. ex. FIRE, ICDE). De plus, les incidents survenus dans les centrales nucléaires suisses sont signalés à l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et à l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) dans le cadre de l'Incident Reporting System (IRS) afin de garantir les échanges d'expériences. Ces activités sont ancrées comme sous-processus dans le processus interne de «traitement des incidents». En 2014, l'IFSN a vérifié ce processus et élargi le réseau d'information dans le sous-processus «Retour d'expérience d'exploitation internationale» lorsque la collaboration avec «l'European Clearinghouse on NPP Operational Experience Feedback» a été intensifiée. Il s'agit ici d'un groupe d'experts qui réalise une évaluation systématique de l'expérience d'exploitation internationale et rédige des rapports à partir d'analyses approfondies des événements.

7.2 Surveillance et coopération internationales

Peer Reviews internationales

La convention internationale sur la sûreté nucléaire (Convention on Nuclear Safety, CNS) a pour objectif d'atteindre et de maintenir dans le monde entier un haut niveau de sûreté nucléaire.

La Suisse a ratifié cette convention en 1996 et s'est ainsi engagée à fournir les rapports nationaux à établir tous les 3 ans et à participer activement à chaque réunion d'examen ordinaire (Regular Review Meetings). Il s'agit dans ces réunions de montrer comment sont respectées les obligations stipulées dans la convention. Après l'accident de Fukushima, deux réunions d'examen ordinaires ont eu lieu en 2011 et en 2014, et une réunion extraordinaire sur l'accident de Fukushima s'est tenue en 2012. Lors de chacune de ces réunions, la Suisse a pu montrer qu'elle avait fait face aux défis identifiés. Pour la réunion d'examen ordinaire qui aura lieu en 2017, l'IFSN a remis le rapport national à la mi-2016.

L'IFSN est de plus tenue, de par la loi, de se faire contrôler périodiquement par des experts extérieurs. Dans ce contexte, une mission d'examen de l'AIEA (Integrated Regulatory Review Service, IRRS) a eu lieu en 2011, dans le cadre de laquelle des experts internationaux ont vérifié les conditions-cadres réglementaires pour la surveillance nucléaire en Suisse et les exigences de sécurité à satisfaire par les installations nucléaires suisses. L'IFSN a eu une très bonne évaluation, de nombreuses «Good Practices» ayant été citées comme des solutions exemplaires au niveau international. Les experts ont en particulier relevé qu'une exigence centrale de la Convention sur la sûreté nucléaire avait été satisfaite avec la création en 2009 de l'IFSN sous la forme d'un établissement de droit public indépendant du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC) et de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN). Lors de la mission d'examen qui a suivi en 2015, il a été confirmé que les recommandations faites à l'IFSN lors de la mission d'examen 2011 avaient été suivies avec succès. Les recommandations adressées au gouvernement suisse, notamment pour l'élargissement des compétences de l'IFSN en matière de décisions, ont toutes été considérées comme n'ayant pas encore été suivies.

En 2012, une mission d'examen, également proposée par l'AIEA et conduite par une « operational safety research team » (OSART) a eu lieu à la centrale de Mühleberg à la demande du gouvernement suisse. A côté de nombreux témoignages d'une bonne pratique, les experts internationaux ont aussi fait 21 recommandations concernant l'amélioration de la sécurité d'exploitation, dont la moitié ont été considérées comme respectées par la mission d'examen qui a suivi en 2014. L'IFSN a étroitement suivi l'application des recommandations restantes sous la forme d'inspections et de discussions techniques et est arrivée à la conclusion, début 2016, que toutes les mesures nécessaires en la matière avaient été prises par la centrale nucléaire de Mühleberg.

Application des exigences internationales

Avant l'accident de Fukushima, l'IFSN avait déjà fait des efforts considérables pour harmoniser ses propres règlements existants avec, entre autres, les exigences de l'AIEA et celles de l'Association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (WENRA). L'adaptation des directives entreprise dans ce sens a largement progressé. Actuellement, l'IFSN se préoccupe en particulier de l'entrée en vigueur de la deuxième partie des directives «IFSN-Go2 «Principes de conception pour les centrales nucléaires en service» (nouvelle directive), de la directive IFSN-A01 «Exigences concernant l'analyse déterministe des défaillances pour les installations nucléaires» (nouvelle édition) et de la directive IFSN-A05 «Exigences concernant l'analyse probabiliste de la sécurité» (nouvelle édition).

Immédiatement après l'accident de Fukushima, la Suisse a, dans le cadre de deux conférences ministérielles sur la sûreté nucléaire, proposé de faire vérifier périodiquement dans tous les pays qui utilisent l'énergie nucléaire, la sécurité nucléaire par des experts internationaux du point de vue du respect des exigences de l'AIEA, et de publier les résultats de ces vérifications. Il s'agissait de contrôler, d'une part, la surveillance exercée sur l'énergie nucléaire par les autorités nationales dans le cadre de missions IRRS et, d'autre part, la sécurité de fonctionnement des centrales nucléaires dans le cadre de missions OSART. Cette proposition a été inscrite dans un plan d'action de l'AIEA pour le renforcement des conditions-cadres qui régissent la sécurité nucléaire, mais seulement sur une base volontaire.

En outre, la Suisse a fortement milité dans la CNS pour la fixation d'exigences plus strictes concernant les nouvelles centrales nucléaires et pour une obligation de rééquipement pour les centrales nucléaires existantes. Lors de la conférence diplomatique convoquée en février 2015 sur l'initiative

helvétique, la Déclaration de Vienne sur la sûreté nucléaire (« Vienna Declaration on Nuclear Safety ») a été adoptée sur la base des exigences proposées par la Suisse. L'application des principes qui y figurent sera vérifiée dans le cadre de la prochaine réunion d'examen ordinaire de la CNS, en 2017.

7.3 Suivi du test de résistance européen

Après l'accident de Fukushima, la Suisse a volontairement participé au test de résistance européen pour les centrales nucléaires auquel devaient participer obligatoirement, sur demande de l'Union européenne, tous les Etats membres exploitant des centrales nucléaires. Un très complet processus de vérification des rapports nationaux adressés fin 2011 a eu lieu au printemps 2012. En 2012, le Groupement européen des autorités de sûreté nucléaire (« European Nuclear Safety Regulators Group », ENSREG) a encore adopté un plan d'action pour suivre l'application de ces recommandations. Ce plan d'action incitait les pays participants à élaborer leurs propres plans d'action nationaux pour l'application des recommandations consécutives au test de résistance européen et à les actualiser périodiquement.

L'état de l'application des mesures de vérification et d'amélioration figurant dans les plans d'action nationaux a été examiné au printemps 2013 et au printemps 2015 dans le cadre de deux ateliers où la Suisse était activement représentée. Le plan d'action suisse a été évalué positivement par les experts internationaux qui ont participé à ces ateliers car il a très clairement montré que la sécurité des centrales nucléaires suisses a été améliorée en permanence conformément aux recommandations consécutives au test de résistance européen et aux conclusions tirées de la commission d'examen extraordinaire de la CNS. Les mesures appliquées en Suisse, comme la réalisation rapide du dépôt de Reitnau (voir chapitre 4.1), la constitution du groupe de travail pour la vérification des mesures d'urgence (voir chapitre 5) et la définition de nouvelles hypothèses de risques sismiques (voir chapitre 2.1) ont été citées comme exemples de «commendable practices».

8 Résumé et suite de la procédure

Immédiatement après les accidents survenus dans les réacteurs de la centrale nucléaire japonaise de Fukushima-Daiichi, l'IFSN a commencé une vaste analyse des causes et a volontairement participé à l'examen des centrales nucléaires européennes (test de résistance européen) en 2011. Différents points de contrôle ont été définis à partir de ces analyses et résumés dans 20 objets d'étude principaux traités dans le cadre du «plan d'action Fukushima» suisse. De 2012 à 2015, l'IFSN a publié, chaque année, un rapport sur l'état du traitement des objets d'étude principaux. Le rapport final que voici sur le plan d'action Fukushima présente l'état de ces objets d'étude principaux, classés en 6 domaines thématiques.

L'état des analyses et des mesures qui en découlent est résumé ci-dessous, le volume des analyses réalisées est comparé avec les recommandations internationales faites après l'accident de Fukushima, et la suite de la procédure est présentée.

8.1 Etat des analyses et des mesures qui en découlent

Protection contre les événements naturels et la perte de fonctions de sécurité fondamentales

Les analyses ont en particulier confirmé que, compte tenu des hypothèses de risque actualisées, les centrales nucléaires suisses présentent un haut niveau de protection contre les conséquences des événements naturels tels que tremblements de terre, inondations et conditions météorologiques extrêmes, et que des précautions appropriées contre la perte des fonctions de sécurité fondamentales ont été prises. Les centrales nucléaires suisses ont entre autres acquis de nombreux moyens de secours d'urgence supplémentaires installés de manière et jouissant d'une protection particulière, ou stockés sur le terrain de l'installation afin de pouvoir sécuriser les installations en cas de panne totale de l'alimentation en courant alternatif.

La démonstration a été faite que les objectifs fondamentaux de protection (contrôle de la réactivité, refroidissement des assemblages combustibles et confinement des substances radioactives) sont respectés. Dans la perspective d'une plus grande amélioration de la sécurité, l'IFSN a cependant demandé des rééquipements substantiels pour les centrales nucléaires de Mühleberg et de Beznau:

- La centrale nucléaire de Mühleberg a rajouté une alimentation en eau de refroidissement du système de postes de commande d'urgence à l'épreuve des inondations, indépendante de l'Aar et l'a mise en service en 2015
- Actuellement, les deux installations sont rééquipées avec de nouveaux systèmes de refroidissement des piscines de stockage des assemblages combustibles intégrés dans les systèmes de postes de commande d'urgence. Ces systèmes sont conçus pour être à l'épreuve des tremblements de terre et des inondations et seront mis en service fin 2016 ou en 2017.

L'IFSN suit étroitement ces rééquipements dans le cadre de la procédure de surveillance sous forme d'autorisations et d'inspections.

Par ailleurs, il a été démontré que les centrales nucléaires suisses ont encore en partie, en raison de modernisations ponctuelles survenues entre-temps, de larges marges de sécurité pour faire face aux conséquences d'événements naturels. Dans la perspective de l'exploitation à long terme prévue, la

centrale nucléaire de Gösgen a initié un important projet de rééquipement pour augmenter à nouveau les marges de sécurité, nettement réduites en raison des aléas sismiques accrus. De plus, la protection contre les conditions météorologiques extrêmes doit encore être ponctuellement améliorée dans toutes les centrales nucléaires suisses.

Les hypothèses de risques sur lesquelles se basent les études de protection contre les événements naturels ont déjà en partie été mises à jour sur la base d'hypothèses de risques très complètes ou doivent encore l'être dans le cadre d'études supplémentaires. Ainsi, en 2016, l'IFSN a défini de nouvelles hypothèses de risques sismiques sur la base desquelles les centrales nucléaires suisses doivent réaliser et présenter de nouvelles démonstrations de sécurité parasismiques de façon échelonnée jusqu'en 2020. Les hypothèses de risques concernant les vents et les températures extrêmes doivent être redéfinies par les centrales nucléaires suisses sur la base d'une observation régionale avant le prochain contrôle de sécurité périodique.

Protection contre les accidents graves (Severe Accident Management)

Les analyses de la protection des centrales nucléaires suisses contre les accidents graves ont permis d'identifier plusieurs améliorations en ce qui concerne la mise à disposition de moyens de secours d'urgence supplémentaires, l'empêchement d'accumulations critiques d'hydrogène à l'intérieur et à l'extérieur de l'enceinte de confinement, l'hébergement des organisations de secours et la surveillance des rejets de substances radioactives par la voie des eaux. Avec la construction d'un dépôt externe pour les moyens de secours, la création d'un site de remplacement pour l'organisation d'urgence de l'IFSN, la modification du déroulement des processus et des critères d'annonce et d'alarme pour les émissions de substances radioactives dans les cours d'eau, et l'élargissement des programmes de surveillance correspondants, de nombreuses mesures consécutives aux analyses ont déjà été appliquées. Les points encore en suspens concernent notamment:

- les rééquipements de recombineurs passifs dans les centrales nucléaires de Gösgen et de Leibstadt,
- l'extension des recombineurs passifs existants dans la centrale nucléaire de Beznau et
- la création de salles d'intervention d'urgence extérieures aux installations.

Ces rééquipements sont également étroitement suivis par l'IFSN sous la forme d'autorisations, d'inspections et d'exercices.

Gestion nationale des urgences

Le groupe de travail interdépartemental pour la vérification des mesures de protection d'urgence en cas d'événements extrêmes en Suisse (IDA NOMEX), convoqué sur mandat du Conseil fédéral, a identifié plusieurs améliorations concernant les exigences à satisfaire par les systèmes de mesures et de prévision pour l'enregistrement et l'évaluation de la situation radiologique après un accident grave, les scénarios de référence pour la planification d'urgence, la préparation des mesures à prendre à l'intérieur des zones de protection, le classement des urgences et les réseaux de communication. Avec l'alarme ciblée à des parties de la population, la distribution élargie de pastilles d'iode et l'évacuation préventive dans la zone 2, ainsi qu'avec la définition d'un nouveau scénario de référence avec davantage de rejets radioactifs, l'adaptation du classement existant des cas d'urgence aux exigences internationales et l'introduction d'un réseau radio sécurisé, la plupart des mesures découlant des analyses ont déjà été appliquées. Les points encore en suspens concernent notamment:

- la modernisation du système de mesure du débit de dose au voisinage des centrales nucléaires et
- l'implémentation d'un système de communication spécialement sécurisé.

De plus, différentes ordonnances doivent encore être adaptées afin que les mesures dérivées des analyses reposent sur une base légale.

Surveillance nationale

La surveillance des centrales nucléaires suisses par l'IFSN a été renforcée dans le domaine de la culture de sécurité grâce aux inspections du système de gestion. Un nouveau thème de surveillance prioritaire a été introduit dans le domaine du personnel et de l'organisation. L'objet de ce nouveau thème de surveillance prioritaire concerne les évolutions à court et à long terme dans le domaine du personnel et de l'organisation et les mesures pour préparer une désaffectation à moyen terme et garantir une exploitation sûre jusqu'à la mise hors service définitive, notamment pour les centrales nucléaires suisses les plus anciennes.

Par ailleurs, l'IFSN a initié un projet dans le cadre duquel elle a reflété sa propre culture de surveillance, projet qui a inspiré des mesures relatives à l'amélioration de la formation initiale et continue des employés, à l'encouragement de la collaboration interne entre services, à l'optimisation de la gestion des projets, à l'amélioration des principes de surveillance et à la plus large coordination des décisions de surveillance avec des effets de plus grande portée. L'intériorisation des valeurs, des attitudes et des pratiques élaborées dans le projet et ancrées dans la charte de l'IFSN, ainsi que la mise en œuvre des mesures définies, nécessitent en partie des modifications des modes de comportement et des pratiques établis de longue date au sein de l'IFSN.

Collaboration internationale

L'IFSN a intensifié la collaboration internationale dans plusieurs domaines. Cela concerne notamment :

- l'évaluation des expériences d'exploitation internationales,
- la fixation d'exigences de sécurité plus strictes pour les nouvelles centrales nucléaires et une obligation de rééquipement au plus haut niveau international pour les centrales nucléaires existantes et
- le contrôle par des experts internationaux (Integrated Regulatory Review Service, IRRS) des conditions-cadres réglementaires pour la surveillance nucléaire en Suisse et des exigences de sécurité en vigueur dans les centrales nucléaires suisses.

Lors de la mission de contrôle qui a suivi en 2015 (IRRS Follow-up), il a été confirmé que les recommandations adressées à l'IFSN lors de la mission de contrôle 2011 avaient été dûment suivies. Les recommandations adressées au gouvernement suisse, qui portaient notamment sur l'élargissement des compétences de l'IFSN en matière de décisions, ont, dans l'ensemble, été considérées comme encore non suivies.

De plus, après l'accident de Fukushima, la Suisse a volontairement participé au test de résistance européen pour les centrales nucléaires (UE stress test) et aux ateliers organisés par la suite (suivi). L'application des recommandations de portée européenne et de celles spécifiques à chaque pays faites après l'accident de Fukushima a été contrôlée lors de ces ateliers à l'aide des plans d'actions

nationaux fournis. Dans le cadre de ces ateliers, le plan d'action suisse a été évalué positivement par les experts internationaux y participant car il montre très clairement que la sécurité des centrales nucléaires suisses a été améliorée en permanence, conformément aux recommandations consécutives au test de résistance européen et aux conclusions tirées de la réunion d'examen extraordinaire de la Convention sur la sécurité nucléaire.

8.2 Comparaison de l'étendue des analyses réalisées avec les recommandations internationales consécutives à l'accident de Fukushima

Dans le cadre de l'examen des plans d'action nationaux au niveau européen, l'IFSN a procédé dans le rapport /4/ à une comparaison entre les points de contrôle définis dans le plan d'action suisse et les recommandations consécutives au test de résistance européen, d'une part, et les conclusions de la réunion d'examen extraordinaire de la Convention on Nuclear Safety (CNS), d'autre part. Cette comparaison montre qu'à quelques exceptions près, les recommandations internationales sont suivies par le plan d'action suisse. Les exceptions concernent en particulier les recommandations pour la mise à jour périodique des hypothèses de risque des événements naturels et la réalisation d'analyses spécifiques concernant les états critiques des installations lors des arrêts pour révisions et des accidents graves. Avant même l'accident de Fukushima, des analyses de ce type ont déjà été demandées par l'IFSN et réalisées périodiquement par les centrales nucléaires suisses.

Dans le rapport /4/, l'IFSN a en outre comparé les points de contrôle spécifiés dans le plan d'action suisse avec les recommandations publiées par l'Agence internationale à l'énergie atomique (AIEA) en 2011, peu après l'accident de Fukushima (« Action Plan on Nuclear Safety »). Cette comparaison a montré qu'à quelques exceptions près, ces recommandations sont également suivies par le plan d'action suisse. Les exceptions concernent en particulier les recommandations sur l'organisation volontaire de missions d'examen par des experts internationaux, sur l'introduction d'une responsabilité globale en matière nucléaire inscrite dans la loi en cas d'accidents graves, et sur le soutien à la recherche dans le domaine de la sûreté nucléaire. Ces recommandations ont été suivies bien avant l'accident de Fukushima, car une première mission d'examen par des experts internationaux a été organisée en Suisse dès 1998 et d'autres ont suivi, la responsabilité en matière nucléaire a été ancrée dans la loi en Suisse dès 1983, et la coordination et l'encouragement de la recherche sur la sûreté nucléaire étaient, et sont toujours, des éléments importants de l'activité de surveillance de l'IFSN.

8.3 Suite de la procédure

Dans l'ensemble, on peut constater que les études prévues dans le plan d'action suisse Fukushima, pour lesquels 20 objets d'étude ont été identifiés, sont toutes achevées. Une grande partie des mesures d'amélioration qui ont été décidées à partir de là ont déjà été prises. En particulier, les mesures d'amélioration suivantes n'ont pas encore été appliquées:

- rééquipements ponctuels dans les centrales nucléaires suisses pour augmenter leur protection contre les événements naturels et les accidents graves,
- création de salles d'intervention d'urgence extérieures aux installations,

- actualisation des hypothèses de risques pour les vents et les températures extrêmes,
- modernisation du système de mesure du débit de dose au voisinage des centrales nucléaires et implémentation d'un système de communication spécialement sécurisé pour l'amélioration de la gestion des cas d'urgence,
- adaptation de différentes ordonnances pour que les mesures consécutives aux études dans le domaine de la gestion des cas d'urgence reposent sur une base légale.

A l'exception du dernier point, la mise en œuvre de ces mesures est suivie par l'IFSN dans le cadre de la surveillance, ou coordonnée par celle-ci en collaboration avec d'autres autorités fédérales. Leur application va prendre encore quelques années, et l'IFSN en fera état dans le cadre de ses rapports de surveillance annuels.

9 Abréviations

CENAL	Centrale nationale d'alarme
CNS	Convention on Nuclear Safety
DETEC	Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication
ENSREG	European Nuclear Safety Regulators Group
ERSIM	Erhöhung der Sicherheitsmargen - <i>Augmentation des marges de sécurité</i>
IAEA /AIEA	International Atomic Energy Agency - Agence internationale de l'énergie atomique
IDA NOMEX	Interdepartementale Arbeitsgruppe zur Überprüfung der Notfallschutzmassnahmen bei Extremereignissen in der Schweiz - <i>Groupe de travail interdépartemental pour la vérification des mesures de protection d'urgence en cas d'événements extrêmes en Suisse</i>
IFSN	Inspection fédérale de la sécurité nucléaire
IRRS	Integrated Regulatory Review Service
MADUK	Réseau de mesure pour la surveillance automatique du débit de dose dans l'environnement de centrales nucléaires
OFEV	Office fédéral de l'environnement
OFPP	Office fédéral de la protection de la population
OFSP	Office fédéral de la santé publique
OSART	Operational Safety Review Team
PEGASOS	Probabilistische Erdbebengefährdungsanalyse für die KKW-Standorte in der Schweiz - <i>Analyse probabiliste du danger sismique pour les sites nucléaires de Suisse</i>
PRP	PEGASOS Refinement Project
PRP-IH	PRP Intermediate Hazard
SAMG	Severe Accident Management Guidelines
UE	Union Européenne
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association

10 Références

- /1/ IFSN, Plan d'action Fukushima 2015, février 2015 (ENSI-AN-9106)
- /2/ ENSREG, Compilation of Recommendations and Suggestions from the Review of the European Stress Tests, juillet 2012
- /3/ IAEA, Final Summary Report from the 2nd Extraordinary Meeting of the Contracting Parties to the Convention on Nuclear Safety, août 2012
- /4/ IFSN, EU Stress Test, Swiss National Action Plan, Follow Up of the Peer Review, décembre 2014 (ENSI-AN-9041)
- /5/ IFSN, Implementation of post-Fukushima International Recommendations, mai 2014 (ENSI-AN-8801)



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN

Editeur

Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN
Service d'information
CH-5200 Brugg
Téléphone 0041 (0)56 460 84 00
Téléfax 0041 (0)56 460 84 99
info@ensi.ch
www.ensi.ch

ENSI-AN-9872
Publié le 10.10.2017

