

Premières considérations sur les conséquences de Fukushima

Étude de sûreté des centrales nucléaires allemandes et réévaluation

Date : 16/03/2011

Les accidents survenus dans les centrales nucléaires japonaises depuis le 11 mars 2011 sont pour l'Allemagne l'occasion de procéder à une nouvelle évaluation de la situation en matière de sécurité dans ses propres installations. Cela vaut tant pour les scénarios de type Fukushima (I.) que pour les scénarios de sinistre similaires (II.) et la réévaluation générale des risques (III). Les inspections qui seront réalisées ne devront pas simplement reproduire les résultats des études précédentes (IV). Les inspections et mesures exigées dans le présent document devront être réalisées à brève échéance dans toutes les centrales et être conformes à l'état (actuel) des sciences et des techniques. Elles constitueront la *condition préalable* à l'utilisation des quantités d'électricité supplémentaires produites en vertu de la loi portant allongement de la durée de vie des centrales. La liste ci-dessous repose sur des considérations initiales conformes à l'état actuel des connaissances. Elle sera, s'il y a lieu, complétée, notamment en fonction des enseignements tirés de l'évolution de la situation dans les centrales nucléaires japonaises et des résultats intermédiaires de l'audit.

I. Scénario de type Fukushima — conséquences pour les centrales nucléaires allemandes

1. Conception parasismique et dynamique des sols

- a) La conception parasismique devra être revue à brève échéance, conformément à l'état des sciences et des techniques et sur la base de charges sismiques actuelles. Les mesures correctives éventuellement nécessaires seront réalisées immédiatement.
- b) La réévaluation de la conception parasismique tiendra également compte de l'impact des processus liés à la dynamique des sols, comme les affaissements de terrain et la subsidence, les glissements de terrain et les mouvements de terrain de toute sorte, qu'ils interviennent comme impacts directs ou comme événements déclenchés par des séismes. Les mesures correctives éventuellement nécessaires seront réalisées immédiatement.
- c) En particulier, tous les composants des quatre niveaux de sécurité nécessaires à la sûreté d'exploitation pendant et après un séisme devront être contrôlés et, s'il y a lieu, remplacés ou renforcés en conséquence.

2. Résistance aux inondations

- a) La résistance aux inondations sera revue à brève échéance, conformément à l'état des sciences et des techniques et en tenant compte du changement climatique. Les mesures correctives éventuellement nécessaires seront réalisées immédiatement. Les calculs prévisionnels des inondations devront également tenir compte des raz-de-marée (mer du Nord) et des grandes vagues causées dans les eaux adjacentes par des séismes et des tempêtes conjuguées avec des crues.
- b) En particulier, tous les composants des quatre niveaux de sécurité nécessaires pour maintenir la sûreté d'exploitation pendant une inondation devront être contrôlés et, s'il y a lieu, remplacés ou renforcés en conséquence.

3. Autres événements externes

- a) La conception et les règles d'exploitation des centrales nucléaires devront être contrôlées à brève échéance pour établir leur résistance à d'autres événements externes, comme les conditions météorologiques extrêmes, les chutes d'avions, les actes de piratage informatique, les pandémies. Les inspections devront être réalisées conformément à l'état des sciences et des techniques et tenir compte du changement climatique. Les mesures correctives éventuellement nécessaires seront réalisées immédiatement. Il faudra notamment examiner dans quelle mesure les hypothèses de conception (p. ex. pour les séismes et les inondations) sont intégrées à la conception des systèmes et si les effets que pourrait avoir la défaillance d'autres systèmes et composants (p. ex. systèmes auxiliaires) ont suffisamment été prises en considération.

4. Effets combinés d'événements externes

Des inspections seront menées pour déterminer quelles combinaisons d'événements (p. ex. séisme et perte de réseau électrique à grande échelle) doivent être prises en compte lors de la conception des centrales conformément à l'état des sciences et des techniques. Les mesures correctives éventuellement nécessaires seront réalisées immédiatement.

5. Actions concrètes

- a) La résistance aux secousses sismiques, en particulier celle des systèmes d'alimentation électrique de secours, y compris l'ensemble des dispositifs auxiliaires et d'alimentation nécessaires à leur fonctionnement, sera contrôlée conformément à l'état des sciences et des techniques.
- b) L'approvisionnement en eau de refroidissement auxiliaire nécessaire à la sûreté des centrales devra également être examiné et, s'il y a lieu, renforcé en prévision d'événements, comme la présence de corps étrangers (foin, mollusques, méduses, etc.) pouvant être à l'origine de « défaillances de cause commune ».

- c) Afin de connaître l'état de la centrale, il faut garantir que la mesure des données importantes pour le système, concernant l'exploitation, les incidents et les accidents, est assurée depuis la salle de commande et le poste de commande de secours. Il faut en outre assurer la transmission permanente de ces données aux autorités de tutelle (contrôle des plans d'urgence). Cela exige l'acquisition, par des moyens redondants, de mesures qui seront transmises par des voies géographiquement séparées.
- d) L'instrumentation du cœur et les systèmes intervenant en cas d'incident devront être contrôlés conformément à l'état des sciences et des techniques afin de fournir des valeurs fiables, même dans les situations sortant du cadre de l'accident de référence.
- e) Il faudra prévoir pour chaque réacteur un poste de commande de secours protégé par une structure en béton appropriée et disposé à un endroit permettant au personnel d'y travailler en permanence, même en cas de dégagement important de substances radioactives.
- f) L'alimentation électrique de secours doit avoir une autonomie de 72 heures.
- g) La mesure d'urgence consistant à inonder la cuve du réacteur (refroidissement extérieur de la cuve) devra être contrôlée conformément à l'état des sciences et des techniques. Les mesures correctives éventuellement nécessaires seront réalisées immédiatement.
- h) Il faudra prévoir des systèmes de recirculation depuis le bâtiment du réacteur (REB) ou la zone annulaire (REP) pour faire face aux fuites hors de l'enceinte de confinement.
- i) Des mesures devront être prises pour limiter les conséquences des explosions d'hydrogène survenant en cas d'incident ou d'accident, de façon à ce que les systèmes intervenant en cas d'incident et d'urgence puissent rester opérationnels.
- j) Pour les REB : renforcement des possibilités d'injection dans une cuve de réacteur sous pression (supérieure à 10 bar) en plus des systèmes TJ et TM, afin de réduire la dépendance vis-à-vis de la dépressurisation et de l'utilisation des systèmes basse pression.
- k) Pour les REP : renforcement des possibilités d'injection dans le circuit primaire par une pompe entraînée par vapeur, comme sur les REB, qui n'est tributaire que du courant de commande et non du courant de puissance.

II. Scénarios de sinistre similaires

- a) On contrôlera s'il est possible d'empêcher une défaillance du système de refroidissement de secours ou de l'alimentation électrique de secours en cas de chute d'avion (accident ou acte terroriste).
- b) La robustesse et la durée de fonctionnement efficace du système de refroidissement de secours et de l'alimentation électrique de secours (groupes électrogènes de secours à

moteur diesel, batteries) seront examinées dans l'éventualité d'une défaillance de longue durée de l'infrastructure (p. ex. de l'alimentation électrique externe).

- c) Tous les groupes électrogènes de secours à moteur diesel devront être protégés par une structure en béton.
- d) Les tuyauteries de refroidissement des systèmes de sécurité devront être posées dans des canalisations accessibles et protégées par une structure en béton.
- e) Le système de refroidissement de secours et de refroidissement du réacteur à l'arrêt sera renforcé pour disposer sur son ensemble de quatre trains ayant chacun une capacité de refroidissement du réacteur à l'arrêt de 100 %. Les quatre trains devront avoir une diversité de 2+2. Tous les trains devront être intégralement protégés contre les agressions extérieures et, le cas échéant, être géographiquement séparés.
- f) De plus, chaque centrale devra être également équipée d'un système d'injection haute pression fonctionnant à la vapeur et muni de batteries tampon, inspiré des systèmes correspondants des réacteurs allemands à eau bouillante de la filière 69 et du réacteur à eau pressurisée Biblis A. Ces systèmes seront conçus pour résister à une perte totale du réseau électrique (*station blackout*).
- g) Pour le refroidissement de la piscine à combustibles usés, les deux trains de refroidissement de secours et de refroidissement du réacteur à l'arrêt devront être complétés par deux autres trains de refroidissement d'une capacité de 2x100 % chacun, dont au moins un sera entièrement protégé par une structure en béton et protégé contre les inondations.
- h) Les systèmes d'alimentation électrique de secours alimentant les systèmes de refroidissement de secours en électricité devront être intégralement portés à une capacité de courant de secours de 4x100 %. Les quatre trains devront avoir une conception diversifiée, à raison de deux paires de trains de 100 % de capacité ayant des composants actifs de courant de secours de conception différente.
- i) Des groupes électrogènes de secours mobiles et des points d'injection fixes permettant de raccorder immédiatement ces groupes électrogènes et d'alimenter ainsi des dispositifs importants en termes de sécurité devront être installés.
- j) Des systèmes d'urgence supplémentaires devront être ajoutés dans toutes les centrales. Ces systèmes sont la norme dans les centrales de type pré-Konvoi et Konvoi. Les systèmes d'urgence supplémentaires devront être compatibles avec les systèmes de refroidissement d'urgence et de refroidissement du réacteur à l'arrêt supplémentaires et avec les systèmes d'alimentation électrique de secours. Cela signifie qu'au lieu de 4x50 % de capacité comme dans les centrales Konvoi, il faudra également installer ici des systèmes diversifiés de 4x100 %, à savoir 2x100 % + 2x100 % avec des composants actifs de conception différente. Les systèmes d'urgence devront être protégés par des structures en béton.
- k) Il faudra augmenter l'inventaire de réfrigérant des réacteurs à eau bouillante en installant des réservoirs à réfrigérant de plus grande taille, qui devront également être

conçus pour résister aux incidents. Dans les réacteurs à eau pressurisée, il faudra augmenter la capacité des réservoirs d'eau borique.

- l) Pour les réacteurs à eau pressurisée, il faudra, pour garantir la troisième barrière en cas de ralentissement du circuit de refroidissement secondaire par dépressurisation au-dessus du toit, ajouter une chambre de condensation au circuit secondaire. Cette chambre de condensation devrait, comme sur les réacteurs à eau bouillante, avoir un inventaire d'eau servant de réserve pour la dépressurisation. Cet inventaire d'eau devra en outre pouvoir être réinjecté dans les générateurs de vapeur. Dans les REP, il faudra installer un système de transport de chaleur pour cette chambre de condensation secondaire.
- m) La piscine de stockage des éléments combustibles usés doit être installée à l'intérieur de l'enceinte de confinement ou être munie d'une enceinte assurant une protection contre les dégagements de substances radioactives équivalente à celle de l'enceinte de confinement.
- n) Les centrales doivent être équipées sur place de puits d'eau géographiquement séparés, protégés contre les séismes et les inondations, protégés par une structure en béton et munis de stocks de bore, de générateurs électriques de secours mobiles et de pompes.

III. Réévaluation générale des risques

- a) La nouvelle réglementation sur les installations nucléaires (*Critères de sécurité pour les centrales nucléaires – Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke*) doit être mise en vigueur immédiatement.
- b) Le concept de défaut individuel devra être examiné et il faudra éventuellement partir de l'hypothèse d'une survenance simultanée de plusieurs défauts individuels.
- c) Il faudra apporter la preuve que les centrales peuvent maîtriser les accidents de référence dont on peut supposer, dans l'état actuel des sciences et des techniques, qu'ils peuvent se produire (module 3 des critères de sécurité).
- d) Un concept efficace de sécurité informatique devra être mis en œuvre à brève échéance dans toutes les centrales allemandes afin de garantir que la sûreté d'exploitation des centrales ne puisse pas être compromise par des attaques menées sur les systèmes informatiques.
- e) Des systèmes numériques de protection des réacteurs ne seront mis en place que s'ils peuvent être protégés contre les manipulations de façon aussi fiable que la technique analogique actuellement utilisée.
- f) Il faudra éviter que les pertes de réseau électrique, p. ex. en cas d'attaques informatiques simultanées sur des dispositifs de l'infrastructure d'alimentation électrique, puissent avoir quelque impact que ce soit sur la sûreté des centrales nucléaires.

- g) Il faudra examiner si des attaques informatiques menées en même temps sur plusieurs centrales nucléaires peuvent déclencher des arrêts d'urgence simultanés.
- h) Des améliorations de la sûreté devront être mises en œuvre à brève échéance sur la base de la liste de mesures correctives (*Nachrüstungsliste*) du BMU et sans être soumises à des considérations de probabilité (points P2). La mise en œuvre de ces améliorations devra être une condition préalable à l'utilisation des quantités d'électricité supplémentaires produites en raison de l'allongement de la durée de vie des centrales.
- i) La qualité des dispositifs et des mesures destinés à la maîtrise d'événements jusqu'à présent classés comme événements rares du niveau de sécurité 4a devra être classée dans le niveau de sécurité 3.
- j) Un examen systématique de la qualité et de l'efficacité des dispositifs et mesures des niveaux de sécurité 4 b et c sera effectué conformément à l'état actuel des sciences et des techniques.
- k) La conception des cuves des réacteurs à eau bouillante de la filière 69 et de leurs composants devra être examinée afin d'identifier tous les points faibles dus à la fatigue et à la fragilisation. L'examen, qui devra être mené conformément à l'état des sciences et des techniques, devra envisager toutes les contraintes possibles (pour les conditions actuelles en termes de charge du cœur, d'enrichissement, de taux de combustion, de vibrations). Il conviendra de tenir compte des possibilités d'essai limitées concernant la détection des fissures et de la corrosion éventuelle.
- l) l) Il faudra, pour toutes les enceintes et tuyauteries de l'enceinte sous pression, garantir l'exclusion de rupture pour toutes les contraintes possibles dans l'état actuel des sciences et des techniques (chutes d'avions, séismes, incidents, transitoires avec échec de l'arrêt automatique du réacteur) pour la période d'exploitation prévue. L'état (fatigue, dépôts, vibrations, dilatations) devra être suivi et évalué en permanence.
- m) Pour toutes les enceintes et tuyauteries, il faudra présenter les preuves des ancrages (p. ex. chevilles) des systèmes importants pour la sécurité, conformément à l'état des sciences et des techniques et pour toutes les contraintes.
- n) Il est interdit de désarmer les systèmes de refroidissement de sécurité à des fins de maintenance préventive pendant l'exploitation de puissance. Ces systèmes ne doivent être désarmés que pendant les révisions.

IV. Procédure d'inspection

- a) Une équipe d'experts sera constituée pour chaque centrale. Elle sera composée uniquement de collaborateurs d'organismes experts – TÜV (organisme de certification), GRS (société pour la sûreté des installations et des réacteurs nucléaires), Öko-Institut, Physikerbüro, EnergieSystemeNord, etc. – qui ne sont pas déjà intervenus comme consultants principaux sur la centrale concernée.

- b) L'autorité de tutelle fédérale devra recevoir, sans aucune limitation, tous les documents dont elle fera la demande et consultera la commission de sécurité des installations nucléaires (RSK) sur les questions de portée supérieure.
- c) Les mesures exigées dans le présent document devront être réalisées à brève échéance dans toutes les centrales et constituer une condition préalable à l'utilisation des quantités d'électricité supplémentaires produites en raison de l'allongement de la durée de vie des centrales.