

Chapitre 24

Renforcement de la protection des sites en bordure d'estuaire ou de rivière

Inondation de la centrale nucléaire du Blayais et obstruction d'une prise d'eau à la centrale nucléaire de Cruas-Meysse

Le présent chapitre est entièrement consacré à deux événements significatifs marquants qui ont été occasionnés par des « agressions externes » : l'inondation partielle du site de la centrale nucléaire du Blayais, concomitante à la tempête survenue en France à la fin du mois de décembre 1999, et l'arrivée de matières végétales obstruantes dans la prise d'eau de deux des quatre réacteurs de la centrale nucléaire de Cruas-Meysse, au tout début du mois de décembre 2009.

Ces deux événements ont été riches d'enseignements. En particulier, l'inondation partielle du site de la centrale nucléaire du Blayais a conduit à revoir en profondeur – au-delà des réévaluations décennales réalisées pour notamment intégrer l'évolution des connaissances et des données dans le domaine de l'hydrométéorologie – la protection des sites à l'égard des risques d'inondation, de quelque nature qu'ils soient (crue d'un fleuve, pluies, etc. et leur possible concomitance), et à renforcer de façon significative cette protection.

24.1. Perte partielle des systèmes de sauvegarde à la suite de l'inondation de la centrale nucléaire du Blayais

► Rappel succinct des événements et des effets induits

La centrale nucléaire du Blayais est située sur la rive droite de l'estuaire de la Gironde, au nord de la ville de Bordeaux. Elle est équipée de quatre réacteurs de 900 MWe.

Durant la nuit du 27 au 28 décembre 1999, une forte dépression et des vents violents – dont la vitesse a été mesurée à environ 200 km/h –, en rafales, ont provoqué, de façon concomitante avec la marée, une importante montée des eaux de la Gironde. Les protections existantes, notamment les digues périphériques, permettaient bien de faire face au niveau d'eau « statique » atteint, mais pas aux vagues générées par la houle dans l'estuaire. La houle levée par les vents a alors conduit au franchissement de la digue de protection existante par des paquets d'eau et à une inondation partielle de la centrale. Compte tenu de la direction des vents et des vagues, ce sont essentiellement les réacteurs n° 1 et n° 2 qui ont été touchés par l'inondation, très peu d'eau ayant pénétré dans les locaux des réacteurs n° 3 et n° 4.

Les conditions météorologiques exceptionnelles ont également entraîné des perturbations du réseau électrique, qui se sont traduites par la perte totale du réseau auxiliaire en 225 kV pour l'ensemble des réacteurs pendant environ 24 heures et par une perte, pendant plusieurs heures, du réseau principal en 400 kV des réacteurs n° 2 et n° 4.

L'eau s'est infiltrée dans des caniveaux, inondant les sous-sols des bâtiments administratifs et du bâtiment des auxiliaires généraux. L'eau s'est ensuite propagée dans les locaux des réacteurs n° 1 et n° 2 au travers de portes et de trémies, atteignant les sous-sols des bâtiments électriques, les galeries de liaison avec la station de pompage, les sous-sols des bâtiments périphériques et ceux des bâtiments du combustible (représentation très schématique sur la figure 24.1).

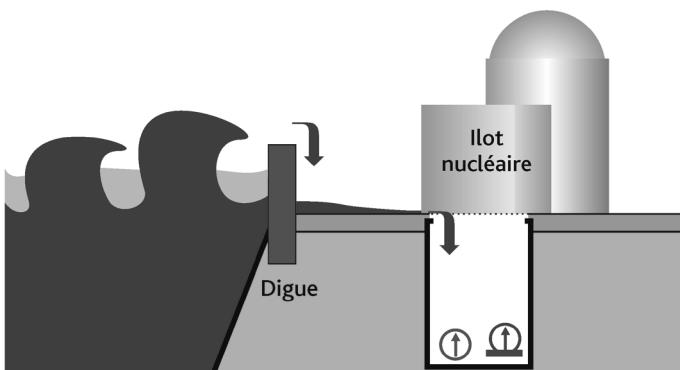


Figure 24.1. Représentation schématique de l'inondation de la centrale nucléaire du Blayais en décembre 1999. IRSN.

Cette inondation a principalement conduit à la perte des matériels et systèmes suivants:

- pour le réacteur n° 1, des deux pompes de la voie A du système d'eau brute secouru (SEC). Les deux pompes de la voie B sont restées opérationnelles. Pour le réacteur n° 2, les quatre pompes du SEC sont restées opérationnelles. La circulation du fluide primaire dans les réacteurs n° 1 et n° 2 a toujours été assurée par le fonctionnement d'une pompe primaire;
- pour chacun des réacteurs n° 1 et n° 2, des deux voies des systèmes d'injection de sécurité (RIS) à basse pression et d'aspersion dans l'enceinte de confinement (EAS).

Durant les premières heures de l'événement, l'arrivée d'équipes de renfort depuis l'extérieur de la centrale nucléaire a été impossible du fait des dégâts occasionnés par la tempête (voies d'accès inondées, nombreux arbres tombés...). Le personnel de la centrale nucléaire a engagé les opérations de pompage dès les premières heures du 28 décembre. Les eaux pompées ont été rejetées dans la Gironde après vérification préalable de leur activité radiologique. Les travaux de pompage se sont terminés dans les dernières heures du 29 décembre.

À la suite de l'inondation, les personnels des réacteurs n° 1 et n° 2 ont procédé à leur repli en état d'arrêt normal avec le refroidissement du circuit primaire assuré par les générateurs de vapeur (AN/GV).

Cet état atteint, la préoccupation première de l'exploitant a été de garantir un fonctionnement de longue durée du système d'alimentation de secours en eau des générateurs de vapeur (ASG) de chaque réacteur en restaurant en permanence la réserve d'eau contenue dans les bâches de ces systèmes au moyen des réserves d'eau déminéralisée de la centrale et du fonctionnement du poste de déminéralisation. Les réacteurs n° 1 et n° 2 ont ainsi été maintenus en AN/GV et amenés aux conditions de connexion au circuit RRA, dans l'attente d'une stabilisation du réseau électrique national, de la disponibilité de l'ensemble des systèmes électriques de la centrale (source externe, tableaux électriques), de la disponibilité de l'ensemble du système SEC et de la requalification d'une voie des systèmes RIS et EAS dont les pompes avaient été noyées. Ces conditions étaient nécessaires pour assurer une disponibilité suffisante des systèmes de sauvegarde permettant de rejoindre à terme l'état d'arrêt pour rechargement du combustible du cœur et de procéder à un examen complet de l'état des réacteurs. Les réacteurs n° 1 et n° 2 ont finalement atteint les conditions d'arrêt pour rechargement du combustible les 18 et 15 janvier 2000.

Le réacteur n° 3 a été maintenu en état d'arrêt normal avec refroidissement par le circuit RRA et n'a pas été affecté par l'inondation. Le réacteur n° 4, d'abord amené en état d'arrêt à chaud, a redivergé le 30 décembre.

L'inondation partielle du site de la centrale nucléaire du Blayais⁶⁶⁹ a conduit à la mise en œuvre du PUI (niveau 2), du 28 décembre 1999 à 9 heures jusqu'au 30 décembre

669. Événement classé au niveau 2 de l'échelle INES.

1999 à 18 heures; l'organisation nationale de crise a été mise en place dans la matinée du 28 décembre et a fonctionné jusqu'au 30 décembre. Dans la matinée du 28 décembre, phase la plus critique de l'inondation, il a pu être évalué que, pour le réacteur n° 1, l'exploitant aurait disposé de plus de dix heures pour agir avant la fusion du cœur du réacteur en cas de défaillance du système ASG. Ce système qui comporte deux motopompes et une turbopompe – une seule pompe suffisant à assurer le refroidissement du réacteur – n'a montré aucun signe de défaillance durant tout son fonctionnement.

L'inondation partielle du site de la centrale nucléaire du Blayais a été considérée comme un événement précurseur d'un endommagement du cœur, avec des probabilités conditionnelles de fusion du cœur pouvant atteindre (selon les défaillances supplémentaires considérées) quelques 10^{-3} (évaluations d'Électricité de France et de l'IPSN).

Dimensionnement de la digue de protection

Le niveau initialement retenu pour dimensionner la protection du site de la centrale nucléaire du Blayais était de 5,02 m NGF⁶⁷⁰, correspondant au niveau atteint par la marée maximale (coefficient 120) augmenté d'une surcote destinée à tenir compte des conditions météorologiques (vents, dépressions...) et topographiques locales. La digue était constituée par un ouvrage en terre, protégé, du côté de la Gironde, par un enrochement de blocs de pierre. En front de Gironde, sa hauteur atteignait la cote de 5,2 m NGF; sur les côtés latéraux du site, sa hauteur atteignait la cote de 4,75 m NGF. Des études menées par Électricité de France, présentées dans l'édition 1998 du rapport de sûreté de la centrale nucléaire du Blayais, avaient conduit à réévaluer à 5,46 m NGF le niveau d'eau à considérer pour la protection du site. Électricité de France avait prévu de rehausser la digue jusqu'à 5,70 m NGF, mais les travaux correspondants, initialement prévus en 2000, avaient été repoussés à 2002.

Lors de la tempête de fin décembre 1999, des paquets d'eau ont submergé la plateforme de la centrale, avec des entrées notamment sur le côté nord-ouest de la digue. Lors du passage des paquets d'eau, les enrochements de la digue ont été déplacés, entraînant un arasement de la digue sur sa partie donnant sur la Gironde. La hauteur d'eau sur le site a atteint environ 30 cm dans l'angle nord-ouest du site.

Submersion de la plateforme et cheminement des eaux

L'eau s'est écoulée préférentiellement dans la galerie générale du site par des trous de manutention des plaques surmontant cette galerie ainsi que par les espaces libres au niveau de tôles déformées. Cette galerie générale, située à l'extérieur des bâtiments, les encercle presque complètement. Le débit d'eau qui a pénétré dans cette galerie sous une hauteur d'eau de 30 cm a pu être estimé compris entre 20 000 et 40 000 m³/h. Cette valeur a été corroborée par l'estimation du volume d'eau pompée dans les locaux (environ 90 000 m³ d'eau ont été rejetés entre le 27 décembre 1999 et le 1^{er} janvier 2000) et par le fait que la présence d'eau sur le site a été constatée durant environ 2 heures.

670. Nivellement général de la France.

Mesures correctives, enseignements tirés

À la suite de cet événement, la situation de l'ensemble des centrales du parc électronucléaire français a été réévaluée afin de vérifier leur conformité aux « référentiels » existants et de procéder rapidement au retour d'expérience de l'événement. Des travaux de remise en conformité ont été réalisés lorsque cela était nécessaire.

En termes de retour d'expérience, les principales leçons tirées de l'inondation partielle du site de la centrale nucléaire du Blayais sont les suivantes :

- le phénomène de houle, pris en compte à la conception des centrales de bord de mer, avait été sous-estimé dans le cas de cette centrale située en bordure d'un estuaire ;
- les digues de protection existantes de la centrale se sont révélées insuffisantes et peu adaptées pour faire face aux conditions météorologiques à l'origine de l'inondation ;
- comme cela a été montré plus haut, plusieurs locaux des réacteurs n° 1 et n° 2 ont été inondés, en particulier des locaux abritant des matériels importants pour la sûreté tels que les pompes de la voie A du système d'eau brute du réacteur n° 1 ainsi que, pour les réacteurs n° 1 et n° 2, les deux pompes (voies A et B) du système d'injection de sécurité à basse pression et les deux pompes du système d'aspersion d'eau dans l'enceinte de confinement ; lors de l'événement, le fonctionnement de ces pompes n'a pas été nécessaire puisque de telles situations accidentelles ne se sont pas produites. Par ailleurs, les alimentations électriques externes de la centrale ont été partiellement et momentanément perdues pendant l'événement ;
- le système d'alerte d'inondation (lié à un critère de niveau d'eau à l'entrée de l'estuaire) de la centrale s'est révélé inadapté aux conditions climatiques à l'origine de l'inondation ;
- l'inondation a conduit à une impossibilité momentanée d'accès au site (pendant environ dix heures) compte tenu de l'inondation des voies d'accès ou de leur obstruction par des débris ;
- des difficultés ont été rencontrées pour détecter et apprécier la présence d'eau dans certains locaux inondés (notamment ceux des pompes de sauvegarde).

Les fonctions de sûreté (maîtrise de la réactivité, évacuation de la puissance résiduelle, confinement des substances radioactives) ont néanmoins été assurées pendant toute l'inondation grâce aux moyens restés disponibles (générateurs de vapeur et voie B du système d'eau brute notamment).

Plan d'actions mis en œuvre compte tenu des enseignements tirés de l'événement

L'événement qui s'est produit sur le site du Blayais, bien qu'il n'ait pas lui-même conduit à une situation dangereuse pour les populations ou l'environnement, a mis en évidence la possibilité de modes de dégradation du niveau de sûreté pouvant affecter,

le cas échéant, l'ensemble des réacteurs d'un même site. Aussi, pour Électricité de France et les organismes de sûreté, il est apparu essentiel de tirer de cet événement tous les enseignements permettant d'éviter qu'il ne se reproduise, sur ce site ou sur d'autres sites de réacteurs électronucléaires. C'est pourquoi, outre des dispositions d'urgence prises à la centrale du Blayais, Électricité de France a défini et mis en œuvre un plan d'actions visant à réexaminer et renforcer, lorsque cela apparaîtrait nécessaire, les dispositions de protection contre les inondations externes des 19 sites de réacteurs électronucléaires. L'IRSN a été fortement impliqué dès l'année 2000 dans l'évaluation de ce plan d'actions et les modifications apportées sur les sites pour améliorer leur protection. Les améliorations apportées pour une meilleure maîtrise des risques liés aux inondations ont été réalisées en plusieurs temps.

Première étape: actions à court terme (mesures d'urgence)
sur le site du Blayais et premières réflexions de fond (tous CNPE)

Bien entendu, la priorité a été de mettre en place des dispositions appropriées sur le site du Blayais pour en garantir la protection: révision du niveau d'eau à prendre en compte pour le dimensionnement des digues (en intégrant le phénomène de houle), rehausse de la digue existante, mise en place d'enrochements, amélioration du système d'alerte, inspection des installations, réparation des équipements endommagés...

Par ailleurs, après un réexamen de la démarche retenue jusqu'alors, Électricité de France a alors proposé une nouvelle démarche de protection des centrales contre les inondations externes, tenant compte des différentes causes possibles d'inondation (crue fluviale, marine ou en estuaire, rupture de barrage, houle, clapot, pluies diluviennes orageuses ou continues, rupture de circuit ou d'ouvrage, intumescence, remontée de nappe phréatique...) et de leurs conjonctions. Fin 2001, les organismes de sûreté ont estimé que, dans les principes, la nouvelle démarche proposée était globalement satisfaisante.

Deuxième étape: définition plus approfondie de la nouvelle démarche

De 2002 à 2007, la nouvelle démarche d'Électricité de France et sa déclinaison ont été approfondies et déclinées aux différentes centrales; des améliorations ont été apportées à cette démarche et aux hypothèses utilisées, les études de déclinaison ont été réalisées pour les 19 sites de centrales nucléaires, des renforcements ou des modifications à apporter sur les sites ont été déterminés.

Les études de déclinaison de la démarche sur les 19 sites de centrales nucléaires ont représenté un très gros travail pour Électricité de France, car chaque site est différent et présente des vulnérabilités différentes, et il y a plus de dix phénomènes d'inondation différents à considérer et des combinaisons à considérer entre certains de ces phénomènes...

La démarche d'Électricité de France comportait deux volets :

- pour les sites dont la protection contre les inondations externes ne pouvait pas être assurée par le calage de la plateforme de l'îlot nucléaire et reposait sur des dispositifs de génie civil (digues ou murets), la démarche consistait à vérifier la hauteur et la tenue de ces dispositifs compte tenu des niveaux d'eau réévalués. Si nécessaire, ces dispositifs devaient être rehaussés, renforcés, voire complétés par de nouveaux dispositifs, avec prise en compte d'une marge dans la détermination de la hauteur des protections par rapport aux niveaux d'eau réévalués ;
- pour l'ensemble des sites, les équipements nécessaires pour amener et maintenir les réacteurs en état sûr étaient identifiés. Ces équipements devaient être maintenus hors d'eau. C'est pourquoi la démarche visait à assurer, pour chaque réacteur, l'étanchéité d'un volume de protection englobant tous ces équipements, la « protection volumétrique ». Celle-ci englobait généralement les locaux en infrastructures compte tenu des risques liés à une remontée de la nappe phréatique. Sa hauteur dépendait en revanche de la vulnérabilité des sites face aux inondations externes (la « protection volumétrique » pouvant être limitée aux infrastructures pour un site dont la plateforme de l'îlot nucléaire était calée suffisamment au-dessus du niveau d'eau à l'égard duquel le site devait être protégé). Les risques de bipasse des dispositifs matériels de protection (digue, « protection volumétrique »...) devaient être maîtrisés.

Troisième étape : définition des modifications et réalisation des travaux

L'application de la nouvelle démarche de protection a conduit Électricité de France à réaliser d'importants travaux, proportionnés aux vulnérabilités très variables des 19 sites de centrales nucléaires ; il s'agit :

- de modifications d'ouvrages de génie civil ; il s'agit par exemple de la construction, du renforcement ou de la rehausse de protections périphériques (digues, murets), ou encore de travaux permettant d'assurer la mise hors d'eau de la plateforme du site et l'étanchéité des locaux à protéger (colmatage de voies d'eau potentielles à l'aide de produits qualifiés à la charge d'eau) ;
- de la mise en place de systèmes d'alerte d'inondation couplés à des procédures opérationnelles permettant, lorsque cela apparaît nécessaire, de réaliser des actions préventives (fermeture des voies d'accès à la « protection volumétrique » par la mise en place de batardeaux au droit des bâtiments en superstructure, fermeture de vannes sur des tuyauteries en infrastructure...), puis de surveiller l'état de la centrale pendant l'inondation ;
- de l'installation dans différents locaux de capteurs de niveau d'eau avec les alarmes associées (fosses des condenseurs, stations de pompage...);
- de la mise en place de moyens de pompage additionnels fixes ou mobiles (pompes d'exhaure des locaux abritant les circuits SEC ou d'autres matériels importants pour la sûreté) ;

- de modifications matérielles ou de stratégies de conduite dans certaines centrales pour limiter les risques de perte de leurs alimentations électriques externes ou de colmatage de leur prise d'eau par des débris en situation d'inondation; par exemple, à la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire, des dispositions ont été mises en place préventivement sur les lignes arrivant à la centrale pour éviter de perdre les alimentations électriques.

Après analyse, les organismes de sûreté ont considéré en 2007 que les dispositions mises en œuvre ou prévues sur les sites représentaient un progrès significatif en matière de sûreté et allaient leur conférer un niveau de protection satisfaisant contre les risques d'inondation externe. Des compléments d'études apparaissaient toutefois encore nécessaires, par exemple pour les sites de la vallée du Rhône, du fait que certains ouvrages extérieurs aux sites (digues et ouvrages hydrauliques de régulation), qui ne sont pas exploités par Électricité de France, pouvaient être amenés à jouer un rôle dans l'étendue de l'inondation.

Depuis la fin de l'année 2014⁶⁷¹, toutes les dispositions découlant du retour d'expérience de l'inondation partielle du site de la centrale nucléaire du Blayais sont opérationnelles sur l'ensemble du parc électronucléaire.

Vers un renforcement et une homogénéisation des pratiques de protection des installations nucléaires contre les inondations :
élaboration d'un guide applicable à toutes les INB

À la suite de l'inondation partielle du site de la centrale nucléaire du Blayais, il est apparu nécessaire que les dispositions de protection contre les inondations d'autres installations nucléaires (réacteurs de recherche, laboratoires et usines) soient réexaminées. Au mois de mars 2007, l'Autorité de sûreté nucléaire a indiqué aux différents exploitants qu'ils devaient adopter une démarche de prise en compte des risques d'inondation externe cohérente avec celle qui était mise en œuvre par Électricité de France.

À ce titre, un groupe de travail piloté par l'Autorité de sûreté nucléaire et l'IRSN et comprenant non seulement divers exploitants d'installations nucléaires mais aussi d'autres experts compétents dans les domaines de l'hydrologie, de l'hydraulique et de la météorologie, a été mis en place en 2006. Il avait pour objectif de rédiger à terme un guide de prise en compte des risques d'inondations externes pour toutes les installations nucléaires de base et d'harmoniser les pratiques dans ce domaine; il était destiné à remplacer la règle fondamentale de sûreté I.2.e diffusée en 1984, qui traitait de la protection contre les inondations des réacteurs à eau sous pression. Ce travail est présenté dans le paragraphe 12.4.

671. Cette échéance a été prescrite par l'ASN à la suite de l'inondation et de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi en mars 2011.

24.2. Perte totale de la source froide consécutive au colmatage des tambours filtrants par une arrivée massive de matières végétales à la centrale nucléaire de Cruas-Meysse

La prise en glace de la grille-anti-intrusion de la station de pompage de la centrale nucléaire Chooz B en 2009, décrite dans le paragraphe 23.3, a eu pour cause une période de « grands froids » qui a induit la formation de frasil au niveau de cette grille.

L'événement décrit ci-après a eu des conséquences analogues sur les équipements d'une centrale, mais il a eu pour cause l'arrivée de débris qui ont colmaté la station de pompage.

Du fait d'une augmentation de débit d'eau du Rhône, une masse exceptionnelle de débris végétaux, accumulés les mois précédents dans le lit et sur les berges du fleuve, a obstrué, dans la nuit du 1^{er} au 2 décembre 2009, l'entrée de la station de pompage des réacteurs n° 3 et n° 4 de la centrale nucléaire de Cruas-Meysse. Le colmatage des grilles de préfiltration par les végétaux a conduit à une baisse du niveau d'eau dans la station de pompage. L'apparition de l'alarme de débit bas dans la voie en service (voie A) du circuit SEC utilisé pour le refroidissement des systèmes importants pour la sûreté⁶⁷² du réacteur n° 4 (liaison repérée A4 sur la figure 24.2) a conduit l'exploitant à appliquer les procédures prévues pour ce type de situation. Il a procédé à l'arrêt automatique du réacteur n° 4 et au basculement du refroidissement des systèmes importants pour la sûreté sur la voie B (repère B4). Mais, à la suite de ce basculement, l'exploitant a constaté que la voie B n'était pas non plus opérationnelle du fait du colmatage de la prise d'eau.

Il s'agissait donc d'une perte simultanée des deux voies de refroidissement des systèmes importants pour la sûreté d'un réacteur, donc d'une perte totale de la source froide.

La perte totale de la source froide du réacteur n° 4 a duré environ dix heures. Toutefois, durant toute la durée de l'événement, le refroidissement du cœur du réacteur a été assuré par les générateurs de vapeur qui étaient disponibles. Le réacteur n° 4 a ensuite été maintenu dans un état sûr, en appliquant les procédures qui prévoient l'utilisation de la réserve d'eau du circuit de refroidissement des piscines du réacteur

672. En cas de perte du SEC qui utilise directement l'eau de la mer ou de la rivière après filtration, le circuit de refroidissement intermédiaire RRI n'est plus refroidi et ne peut donc plus lui-même refroidir les matériels des systèmes de sauvegarde du réacteur. Le réservoir d'eau du circuit de traitement et de refroidissement des piscines (PTR) est alors utilisé pour refroidir temporairement le circuit RRI. Dans le même temps, le système d'alimentation de secours en eau des générateurs de vapeur (ASG) assure, en tant que système de sauvegarde, l'évacuation de la puissance résiduelle. Les réserves d'eau du système ASG permettent d'assurer cette évacuation pendant un délai qui était estimé suffisamment long pour permettre de rétablir la source froide.

et du combustible comme source froide de secours. Dans le même temps, l'exploitant a nettoyé les dispositifs de filtration de la station de pompage et les échangeurs de refroidissement SEC/RR1. Ces nettoyages ont permis de retrouver la disponibilité des deux voies de refroidissement des systèmes importants pour la sûreté en tout début de matinée le 2 décembre 2009.

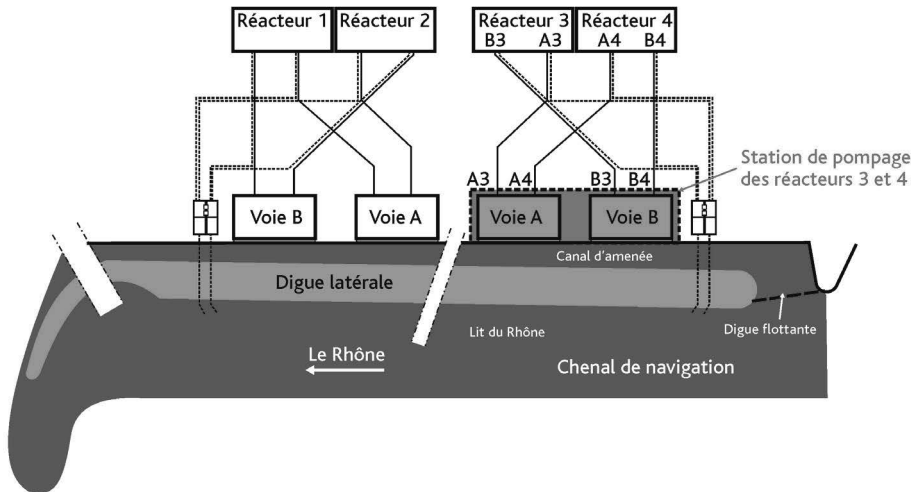


Figure 24.2. Configuration des voies A et B des circuits SEC à la centrale nucléaire de Cruas-Meysses. IRSN.

Le fonctionnement des trois autres réacteurs de la centrale nucléaire de Cruas-Meysses a également été perturbé, mais de façon moindre. Les réacteurs n° 3 et n° 4 ayant une station de pompage commune, des signaux d'alerte sont apparus le 1^{er} décembre pour le réacteur n° 3. La voie B du circuit SEC du réacteur n° 3 (repère B3 sur la figure 24.2) a été déclarée indisponible le 1^{er} décembre en fin d'après-midi et cela a duré jusqu'au lendemain matin. Toutefois, la voie A du réacteur n° 3 (repère A3) est toujours restée disponible.

La station de pompage des réacteurs n° 1 et n° 2 a subi une arrivée de débris moins importante, qui a toutefois entraîné la perte de la voie B du circuit SEC du réacteur n° 2, le 2 décembre. Pendant la durée de cette indisponibilité (environ six heures), l'exploitant a appliqué les procédures de conduite correspondantes et s'est assuré de la disponibilité de la voie A, en procédant à des nettoyages renforcés des grilles de préfiltration à l'entrée de la station de pompage.

L'obstruction de l'entrée des stations de pompage a été provoquée par une plante aquatique appelée élodée de Nuttall (voir la figure 24.3). Cette plante, originaire d'Amérique du Nord, est apparue au début des années 1980 dans les lacs suisses, puis dans le Rhône à partir des années 1990. Elle est constituée de tiges extrêmement longues et fines (jusqu'à 3 m de longueur), pourvues de petites feuilles. En raison de la hausse de débit du Rhône, l'exploitant du barrage hydraulique situé en amont de la

centrale nucléaire de Cruas-Meyssse avait procédé à une dérivation du débit du canal est dans la branche ouest (lit naturel) où se trouve la centrale. Cette action a entraîné le charriage d'une masse importante de débris de cette plante accumulés depuis plusieurs mois dans le lit et sur les berges du Rhône.



Figure 24.3. Amas de plantes à l'origine du colmatage survenu à la centrale de Cruas-Meyssse au début du mois de décembre 2009. EDF.

Cet événement souligne que la survenue rapide d'événements agresseurs externes non prédictibles peut affecter tous les réacteurs d'un même site. Malgré les moyens de surveillance, de protection, de préfiltration et de filtration existants au moment de l'événement dans ses stations de pompage, le site de Cruas-Meyssse a subi simultanément des pertes partielles de la source froide de deux réacteurs (n° 2 et n° 3) et une perte totale de la source froide d'un réacteur (n° 4).

Face à une situation de colmatage potentiellement récurrente, la démarche de sûreté serait de pouvoir assurer en toutes circonstances le repli et le maintien des réacteurs dans un état sûr, donc la pérennité de l'alimentation des pompes du circuit SEC. Il est apparu nécessaire de renforcer les dispositions de prévention alors en place, au niveau de la prise d'eau et des stations de pompage, par des systèmes d'alerte et de détection, ainsi que de protection. En effet, des insuffisances ou des faiblesses dans la conception de la station de pompage ont été relevées: absence d'une mesure du niveau d'eau à l'aspiration des pompes SEC (qui aurait permis de détecter sa baisse significative), pas de déclenchement préventif des pompes de refroidissement du circuit secondaire prévu dans les configurations de colmatage, dégrilleurs conçus pour le nettoyage des grilles de préfiltration en situation normale d'exploitation devenus inefficaces par l'arrivée massive de colmatants avec un plein débit de pompage.

Comme cela est indiqué au chapitre 13, le risque de perte totale de la source froide d'un réacteur du parc électronucléaire français a été pris en compte en France dès les années 1980, avec en particulier l'élaboration d'une procédure de conduite H1. L'événement a nécessité, en application des procédures prévues en cas de perte totale de la source froide, l'utilisation de l'inertie thermique de la bache PTR (système de traitement et refroidissement d'eau des piscines), qui s'est révélée efficace en limitant l'échauffement du circuit RRI à une quinzaine de degrés, jusqu'à la récupération

de la source froide. Cette situation accidentelle réelle a de plus mis en évidence la contribution bénéfique de la masse d'eau contenue dans la piscine du combustible (dans le bâtiment du combustible BK) qui a permis, en limitant l'échauffement du circuit RRI, de retarder l'urgence de l'utilisation de l'inertie thermique de la bache PTR, parade prévue par les procédures.

Enfin, la perte de la source froide de l'ensemble des réacteurs d'un site, situation qui aurait pu survenir lors de l'événement de Cruas-Meysse, a fait l'objet d'une attention particulière dans le cadre du réexamen périodique associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe. Cet examen a conduit au renforcement des dispositions permettant leur maîtrise, notamment pour ce qui concerne la disponibilité des réserves d'eau d'alimentation des générateurs de vapeur.

L'événement survenu en 2009 à la centrale nucléaire de Cruas-Meysse a rappelé l'importance de se réinterroger périodiquement sur la qualité de l'eau, en tenant compte en particulier des évolutions de l'environnement naturel, et de vérifier l'adéquation des procédures et dispositions existantes.