

## NOTE TECHNIQUE

### **Risque de perte de la source froide de 29 réacteurs nucléaires en cas de séisme**

#### **1. Les éléments de la source froide**

La source froide est composée de l'ensemble des équipements et des circuits permettant de prélever l'eau en mer ou dans un cours d'eau pour contribuer au refroidissement des installations et leur maintien dans un état sûr, en situation de fonctionnement normal comme en situation incidentelle et accidentelle.

Les principaux circuits de la source froide se situent dans la station de pompage :

- le circuit d'eau de refroidissement du condenseur (CRF) ;
- le circuit d'eau brute secourue (SEC) ;
- le circuit de filtration d'eau brute (SFI ou CFI) ;

La station de pompage abrite également une partie du circuit d'alimentation en eau du réseau de protection contre l'incendie (JPP), qui permet de lutter contre les incendies susceptibles de survenir dans l'installation.

Une salle des pompes généralement située dans un puits rassemble des moyens de pompage associés à plusieurs circuits.

#### **2. Le rôle des différents circuits concernés**

##### Le circuit d'eau brute secourue (SEC)

Le circuit SEC permet de refroidir, via le circuit de refroidissement intermédiaire (RRI), des matériels importants pour la sûreté du réacteur. Le circuit SEC est constitué de deux lignes redondantes, comportant chacune deux pompes et deux échangeurs. Chacune de ces lignes est capable seule d'assurer l'évacuation de la chaleur.

Son rôle vis-à-vis de la sûreté est de permettre l'évacuation, via le circuit RRI, de la puissance résiduelle du combustible dans certaines situations post-accidentelles (accident de perte de réfrigérant primaire, rupture de tuyauterie vapeur) et lors de la mise et du maintien en arrêt à froid du réacteur. Le circuit SEC contribue également, en fonctionnement normal et en cas de mise à l'arrêt du réacteur, au refroidissement d'un certain nombre d'autres équipements tels que les pompes primaires ou la piscine de stockage du combustible.

##### Le circuit d'eau de refroidissement du condenseur (CRF) ou circuit tertiaire

Le rôle du circuit de refroidissement du condenseur (CRF), qui constitue le circuit tertiaire, est de refroidir, via un condenseur, la vapeur d'eau ayant servi à entraîner le turbo alternateur pour la production électrique. Il ne remplit pas de fonction de sûreté.

##### Le circuit de filtration d'eau brute (SFI ou CFI)

Le circuit SFI (ou CFI) assure le nettoyage de la filtration de l'eau de mer ou des cours d'eau qui alimente principalement en eau le circuit CRF et le circuit SEC.

##### Le circuit de production d'eau d'incendie (JPP)

Le circuit JPP permet d'alimenter l'ensemble du réseau de protection contre l'incendie du site.

### 3. Circonstances de l'événement

Les matériels de protection contre l'incendie, tels que le circuit JPP, et de filtration d'eau brute, tels que les circuits SFI et CFI, doivent répondre à des exigences en matière de résistance au séisme. Ils doivent par ailleurs faire l'objet d'un contrôle régulier dans le cadre de la maintenance préventive, afin de s'assurer de leurs capacités à remplir leur fonction dans toutes les situations où ils sont requis, en particulier en cas de séisme.

En 2009, EDF a mis en place un programme de maintenance préventive relatif aux matériels constituant le réseau de protection incendie (JPP) des réacteurs de 1300 MWe. Ce programme prévoit que la surveillance des tuyauteries de protection contre le risque d'incendie soit réalisée au travers d'examen visuels externes, dont l'objectif est notamment de détecter des corrosions, des fuites, des suintements ou des percements sur les tuyauteries et leurs joints de raccordement.

À la demande de l'ASN, EDF a réalisé des contrôles sur les tuyauteries du circuit JPP de la centrale nucléaire de Belleville en mars 2017. Certains résultats ont mis en évidence une dégradation plus rapide que prévu. EDF a donc décidé d'étendre les contrôles à d'autres tronçons des tuyauteries.

EDF a réalisé le 31 mai et le 14 juin 2017 ces nouveaux contrôles, qui ont mis en évidence, sur deux tronçons du circuit JPP de cette même centrale, un état dégradé des tuyauteries avec des épaisseurs ne permettant pas de respecter les épaisseurs minimales requises sur ces tuyauteries pour garantir leur résistance au séisme. Les dégradations constatées ont été causées par des phénomènes de corrosion et d'érosion.

À la suite de la caractérisation de cet écart, EDF a entamé les démarches lui permettant de qualifier une solution de réparation des tuyauteries JPP. Au terme de cette analyse, la solution temporaire retenue par EDF a consisté à remplacer les tronçons de tuyauteries défectueux sans délai, ce qui a nécessité une intervention d'une dizaine de jours. Une solution définitive, dont l'ASN contrôlera la mise en place, devra la remplacer dans quelques mois.

Le 23 juin 2017, EDF a déclaré à l'ASN un premier événement significatif au niveau 1 de l'échelle INES pour les réacteurs des centrales nucléaires de Belleville-sur-Loire.

Au regard des enjeux de sûreté associés à la perte totale de la source froide, EDF a mis en place le 5 juillet 2017 une organisation dédiée en vue de caractériser et de traiter cet événement au plus tôt sur l'ensemble des réacteurs en exploitation. Des mesures d'épaisseurs ont été réalisées sur les tuyauteries JPP, SFI et CFI de tous les réacteurs électronucléaires à l'exception de ceux ne présentant pas, de par la configuration de leur installation, de risque d'inondation interne des pompes du circuit SEC ou étant dépourvus de pompes SEC ou de tuyauteries sensibles au phénomène de corrosion.

Les résultats de cette campagne de mesure montrent que 29 réacteurs électronucléaires présentent des dégradations significatives sur les tuyauteries JPP, SFI et CFI qui ne permettent pas d'exclure, en cas de rupture consécutive au séisme maximal historiquement vraisemblable (SMHV)<sup>1</sup> un risque de noyage des moteurs du circuit SEC.

#### 4. Conséquences potentielles

Les tuyauteries JPP, SFI ou CFI concernées sont situées dans les locaux de la station de pompage du circuit d'eau brute secourue (SEC) des réacteurs affectés par cet évènement. En cas de séisme, la rupture des tuyauteries concernées conduirait à une inondation interne dans les locaux de la station de pompage du circuit SEC et à une perte de la source froide.

Il existe plusieurs réserves d'eau sur les sites des centrales nucléaires concernées mais elles n'ont pas toutes été conçues pour résister en cas de séisme :

- les réservoirs d'alimentation de secours des générateurs de vapeur (ASG) ;
- les réservoirs d'eau déminéralisée SER et SED ;
- les réservoirs d'eau de la station de pompage (SDP) ;
- les réservoirs d'eau d'incendie (JPP).

En outre, ces réserves d'eau finiraient par s'épuiser, d'autant plus vite que la puissance à évacuer serait importante.

Une rupture en cas de séisme des tuyauteries JPP, SFI ou CFI pourrait ainsi conduire à la perte totale des moyens de refroidissement du réacteur. Une telle situation serait susceptible de conduire à la fusion du combustible et à des rejets radioactifs importants dans l'environnement.

#### 5. Traitement de l'écart

À l'image des réparations effectuées dans la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire, des réparations, provisoires ou définitives, ont été engagées dans les vingt-sept autres réacteurs concernés. À ce jour, l'avancement des travaux de remise en conformité est le suivant :

- 10 réacteurs ont fait l'objet d'une réparation provisoire ou définitive ;
- 9 réacteurs sont en situation d'arrêt et font l'objet de réparations qui seront finalisées avant leur redémarrage ;
- 10 réacteurs, actuellement en puissance, disposent d'au moins une voie du circuit d'eau brute de refroidissement résistant au séisme et la deuxième voie est en cours de réparation.

L'ASN a vérifié que l'exploitant a pris toutes les dispositions nécessaires pour traiter dans les plus brefs délais cet évènement, en s'assurant notamment de la sécurisation d'au moins une voie du circuit SEC pour les réacteurs en fonctionnement. L'ASN contrôle, notamment dans le cadre de ses inspections, que les réparations sont bien réalisées. L'ASN s'assurera que le retour d'expérience de cet évènement aura bien été pris en compte par l'exploitant, notamment en matière d'amélioration des dispositions de maintenance préventive.

---

<sup>1</sup> Le SMHV est classiquement associé à une période de retour de 1000 ans. Ce niveau de séisme peut être considéré comme le plus intense « de mémoire d'homme » recensé dans la région considérée. Le SMHV est défini en déplaçant forfaitairement le séisme historique au plus près du site.