



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

Liberté  
Égalité  
Fraternité

**IRSN**  
INSTITUT DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 6 juillet 2021

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2021-00123

---

**Objet :** EDF – REP – Réacteurs de 900 Mwe (CPY) et de 1300 MWe - Prise en compte du retour d'expérience d'exploitation – Défaut de serrage des vis de fixation des chaises palières des turbines des turbopompes d'alimentation de secours des générateurs de vapeur.

---

**Réf. :** Saisine cadre de l'ASN - CODEP-DCN-2012-040076 du 11 mars 2013.

---

Conformément à la saisine de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en référence, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a examiné l'événement significatif pour la sûreté (ESS), déclaré le 29 mai 2020 par l'exploitant de la centrale nucléaire de Cattenom, relatif à l'indisponibilité d'une turbopompe du système ASG<sup>1</sup> (TPS ASG) en voie A du réacteur n° 2. L'IRSN considère que cet événement, potentiellement générique pour les réacteurs de 900 MWe (CPY) et de 1300 MWe, doit donner lieu à des actions complémentaires à celles déjà mises en œuvre par d'EDF.

Le système ASG assure l'alimentation de secours en eau des générateurs de vapeur. Afin de permettre le repli du réacteur et d'évacuer la puissance résiduelle du cœur, il doit fonctionner jusqu'à l'atteinte des conditions de mise en service du circuit de réfrigération du réacteur à l'arrêt (RRA) ou à plus long terme si ce circuit est indisponible. Chaque réacteur de 900 MWe (CPY) ou de 1300 MWe est équipé de deux voies redondantes du système ASG, comprenant chacune une motopompe de secours (MPS ASG). Chacune des deux voies des réacteurs 1300 MWe est également équipée d'une TPS ASG. Les réacteurs de 900 MWe, en revanche, ne possèdent qu'une seule TPS ASG. En cas d'indisponibilité des MPS ASG, ce qui est notamment le cas en situation de perte totale des alimentations électriques externes et internes, seules les TPS ASG sont aptes à assurer l'alimentation en eau, car celles-ci fonctionnent grâce à la pression de la vapeur produite par les générateurs de vapeur. En cas de situation de perte totale de la source froide du site, le système ASG, dont notamment les TPS ASG, peut être sollicité pour un fonctionnement en continu pendant une durée pouvant aller jusqu'à 100 heures.

La turbine de la TPS ASG est constituée d'un rotor dont l'arbre horizontal est guidé en rotation par deux paliers portés chacun par une chaise palière. Chacune des deux chaises palières, situées de part et d'autre du corps de la turbine, est fixée à celui-ci par quatre vis.

Le 22 avril 2020, lors d'une activité de maintenance préventive réalisée durant l'arrêt programmé du réacteur n° 2 de Cattenom, un jeu anormal entre l'une des deux chaises palières et le corps de la turbine de la TPS ASG en

---

<sup>1</sup> ASG : système d'alimentation de secours des générateurs de vapeur.

MEMBRE DE  
**ETSON**

voie A de ce réacteur a été observé. Après démontage, il a été constaté que ce jeu résultait d'un desserrage des quatre vis de fixation de cette chaise palière. Deux des vis de fixation de l'autre chaise palière de la turbine étaient également desserrées, tandis que les deux autres étaient insuffisamment serrées.

Ces défauts de serrage des vis des chaises palières résultaient d'une intervention de maintenance réalisée lors de l'arrêt du réacteur en 2014. Aucun couple de serrage n'étant alors défini dans la documentation de maintenance, les vis avaient été serrées selon les règles de l'art, à l'appréciation des intervenants, et sans traçabilité dans les documents d'intervention.

L'exploitant de Cattenom a donc demandé au constructeur de lui communiquer le couple de serrage à appliquer à ces vis, puis a repris le serrage des vis de la turbine de la TPS ASG en voie A du réacteur n° 2. Le contrôle de serrage des vis de la turbine de la TPS ASG de la voie B a également été réalisé, de façon réactive, sans toutefois mettre en évidence de défaut. Concernant les autres réacteurs, l'exploitant a réalisé un premier contrôle visuel, sans démontage du calorifuge de la turbine, devant permettre de détecter un éventuel jeu entre les chaises palières et le corps des turbines des TPS ASG. Comme il ne nécessite pas de rendre le matériel indisponible, ce premier contrôle peut être réalisé quel que soit le domaine d'exploitation du réacteur. Ce contrôle n'a pas révélé de jeu anormal entre les chaises palières et le corps des turbines des TPS ASG. L'exploitant a ensuite prévu de compléter ce premier contrôle par un contrôle du serrage des vis des turbines des TPS ASG dès les prochains arrêts programmés des réacteurs, soit en 2020 pour le réacteur n° 4 et en 2021 pour les réacteurs n° 1 et n° 3. Ce deuxième contrôle nécessite en effet de déposer les calorifuges de la turbine et doit donc être réalisé lors des arrêts de réacteur lorsque la TPS ASG n'est pas requise. Il a ainsi été constaté un serrage insuffisant de trois des huit vis de fixation des chaises palières de la turbine de la TPS ASG en voie B du réacteur n° 4. Aucun défaut de serrage n'a été observé pour la turbine de la TPS ASG de l'autre voie de ce réacteur. Il n'a pas non plus été constaté d'écart lors des contrôles réalisés sur les TPS ASG du réacteur n° 3 lors de sa visite décennale en 2021.

Afin d'attirer l'attention de l'ensemble des exploitants des réacteurs de 900 MWe (CPY) et de 1300 MWe, quant à l'absence de définition, dans le référentiel de maintenance, d'une exigence de couple de serrage des vis des chaises palières des TPS ASG, et de porter à leur connaissance la valeur du couple de serrage préconisée par le constructeur et validée par les services centraux d'ingénierie d'EDF, l'exploitant de Cattenom a émis une note dite de « retour d'expérience rapide » (RER) à l'attention des exploitants des réacteurs concernés de 900 MWe (CPY) et de 1300 MWe. En effet, les TPS ASG sont de même conception pour ces deux paliers. Il a également fait part, dans ce RER, des contrôles qu'il a engagés sur son site. Enfin, il a identifié, dans son compte rendu d'ESS, une action corrective consistant à définir cette exigence de serrage dans le référentiel prescriptif de maintenance. Cependant, considérant que les desserrages de vis des chaises palières de la turbine de la TPS ASG en voie A du réacteur n° 2 de Cattenom résultait d'une non-qualité de maintenance (NQM) ponctuelle lors d'une intervention sur cette turbine, les services centraux d'EDF n'ont, quant à eux, pas jugé nécessaire d'émettre une prescription nationale à la suite du RER émis par l'exploitant de Cattenom.

A contrario, l'IRSN considère que les défauts de serrage de vis de chaises palières de TPS ASG des paliers, relevés à Cattenom, ont un caractère potentiellement générique. En effet, en plus du desserrage observé sur le réacteur n° 2 de Cattenom, un serrage insuffisant de vis a également été constaté sur l'une des deux chaises palières de la turbine de la TPS ASG en voie B du réacteur n° 4 de Cattenom. De plus, en l'absence d'une exigence de couple de serrage de ces vis, la qualité du serrage dépend uniquement de la maîtrise des règles de l'art par les intervenants, ce qui conduit inévitablement à des écarts.

Un desserrage, consécutif à un serrage insuffisant des vis de fixation des chaises palières, peut conduire à un dysfonctionnement des paliers de la turbine et donc à la défaillance de la TPS ASG. Afin d'évaluer le niveau de gravité de l'événement survenu sur le réacteur n° 2 de Cattenom en avril 2020, l'IRSN a estimé l'accroissement de risque de fusion du cœur calculé dans le cadre des études probabilistes de sûreté (EPS), appelé indice de risque potentiel (IRP), induit par l'écart de serrage des vis des chaises palières affectant une TPS ASG d'un réacteur du palier 1300 MWe ou d'un réacteur du palier 900 MWe (CPY).

Ces estimations sont effectuées en considérant que l'écart conduit de manière certaine à la perte de la TPS ASG au bout d'une dizaine d'heures de fonctionnement. Les réacteurs de 1300 MWe étant munis chacun de deux TPS ASG, ces estimations prennent en compte la défaillance d'une seule TPS ASG parmi les deux.

Avec ces hypothèses et en utilisant ses propres modèles d'EPS, l'IRSN constate que l'IRP induit par un écart présent pendant un an est supérieur au seuil au-delà duquel un événement est considéré précurseur<sup>2</sup>, quelle que soit la TPS ASG considérée en écart, les cas les plus pénalisants étant ceux de la TPS ASG voie B d'un réacteur de 1300 MWe (train P'4) et de la TPS ASG du palier CPY.

Au vu des enjeux pour la sûreté, l'IRSN considère que les contrôles réalisés sur la centrale de Cattenom doivent être effectués sur l'ensemble des sites potentiellement concernés par cet écart. Or, pour l'IRSN, la simple diffusion d'un RER émis par la centrale de Cattenom à l'ensemble du parc n'est pas suffisante. En effet, un RER n'est pas un document prescriptif, mais a simplement vocation à partager un retour d'expérience à fort enjeu. Ainsi, il appartient à chaque exploitant d'examiner l'impact de l'écart décrit dans le RER pour son site et de décider s'il applique les contrôles préconisés, ainsi que les délais dans lesquels il les réalise. Ce document ne garantit ainsi donc pas que les contrôles et les éventuelles remises en conformité nécessaires seront effectués.

Au cours de l'expertise, EDF a néanmoins apporté certaines précisions et a proposé une stratégie de contrôle.

Concernant le couple de serrage des vis à appliquer, une analyse par le calcul a été réalisée par le constructeur de la turbine. Celui-ci doit être compris entre une valeur minimum, permettant de garantir la robustesse de la liaison vissée, y compris en cas de séisme, et une valeur maximum à ne pas dépasser pour éviter tout risque de plastification. La plage spécifiée est réduite par rapport à cette plage théorique pour prendre en compte l'incertitude du serrage à la clé dynamométrique. EDF a indiqué que la mise à jour des plans de la turbine était en cours afin d'y faire figurer la valeur de couple de serrage spécifiée, **ce qui est satisfaisant**.

Étant donné le caractère potentiellement générique du risque de desserrage des vis de chaises palières, EDF a présenté une stratégie de contrôle. Celle-ci suggère aux exploitants de réaliser un contrôle d'absence de jeu entre le corps inférieur de la turbine et les chaises palières au plus tard lors des prochains arrêts programmés de réacteurs. Pour l'IRSN, ce contrôle visuel ne doit pas être simplement suggéré mais prescrit, et sans délai, y compris réacteur en fonctionnement, celui-ci ne nécessitant aucune intervention intrusive, ni dépose de matériels de la turbine. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 en annexe.**

De plus, les services centraux d'EDF suggèrent aux exploitants de réaliser, lors des prochains arrêts programmés de réacteurs, un contrôle du couple de serrage des vis des chaises palières, mais seulement pour les turbines dont le corps inférieur a été déposé après le montage d'origine et pour lesquelles il n'existe pas de trace du couple de serrage appliqué au remontage des vis lors de ces interventions. En effet, EDF a indiqué que le corps inférieur de la turbine n'est habituellement pas démonté dans le cadre de la maintenance préventive. Cette opération a été nécessaire uniquement lorsqu'il a fallu procéder à des réparations de la turbine et ne concerne donc pas toutes les turbines. EDF précise toutefois que, selon la configuration de l'installation, ce contrôle ne peut être réalisé sans une maintenance intrusive. Dans ce cas il est proposé de contrôler le couple de serrage des vis accessibles avec une clé dynamométrique et de vérifier, à la main, l'absence de desserrage des autres vis. Les contrôles avec une clé dynamométrique ne seraient réalisés sur ces vis que lors de la prochaine visite partielle de maintenance des turbines, ce qui pourrait reporter cette échéance jusqu'à environ quatre ans.

Pour l'IRSN, il est acceptable de ne pas contrôler les vis pour lesquelles les couples de serrage appliqués ont été notés, sous réserve toutefois que les valeurs de ces couples soient conformes aux exigences récemment redéfinies par EDF, comme rappelés supra. Toutes les autres turbines doivent en revanche être contrôlées, y compris celles dont le corps inférieur n'a jamais été déposé depuis le montage d'origine. En effet, comme aucune exigence de serrage des vis des chaises palières n'était définie lors du montage d'origine, il n'est pas possible d'assurer que les couples de serrage sont aujourd'hui conformes aux exigences récemment redéfinies.

---

<sup>2</sup> Un événement est dit « précurseur » lorsque son occurrence sur un réacteur induit un accroissement du risque de fusion du cœur, appelé « indice de risque potentiel », supérieur à  $10^{-6}$  par rapport à la valeur de référence.

Pour deux des quatre vis de la chaise palière située à l'opposé de l'accouplement de la turbine, l'accessibilité pour réaliser le contrôle du serrage est moins bonne que pour les autres vis. À cet égard, l'IRSN considère qu'il est nécessaire d'étudier comment réaliser le contrôle de ces deux vis en adaptant le mode opératoire et l'outillage aux conditions d'accessibilité, avant d'envisager de le reporter à la prochaine visite partielle de la turbine. Enfin, à l'instar du contrôle d'absence de jeu entre le corps inférieur de la turbine et les chaises palières, l'IRSN considère que le contrôle du couple de serrage ne doit pas être suggéré, mais prescrit.

**Ces points font l'objet de la recommandation n° 2 en annexe.**

**IRSN**

Le Directeur général

Par délégation

Hervé BODINEAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

## **ANNEXE À L'AVIS IRSN N° 2021-00123 DU 6 JUILLET 2021**

### **Recommandations de l'IRSN**

#### **Recommandation n° 1**

L'IRSN recommande qu'un contrôle visuel de l'absence de jeu entre le corps inférieur des turbines des TPS ASG et les chaises palières de celles-ci soit réalisé sans délai pour les réacteurs pour lesquels aucun contrôle n'aurait encore été effectué.

#### **Recommandation n° 2**

L'IRSN recommande que, lors du prochain arrêt programmé de réacteur, un contrôle du couple de serrage des vis de fixation des chaises palières soit prescrit pour toutes les turbines pour lesquelles le couple appliqué n'est pas connu ou non conforme, qu'il s'agisse du couple appliqué lors du montage d'origine ou lors d'interventions de maintenance postérieures.