



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 18 janvier 2023

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2023-00009

Objet : EDF – REP – Réacteurs de 1300 MWe : Études de sûreté – Changement des générateurs de vapeur – Démarche de justification des GV – VD3 1300 GEMMES.

Réf. : [1] Courrier ASN - CODEP-DCN-2022-000691 du 21 janvier 2022.
[2] Avis IRSN n° 2016-00186 du 16 juin 2016.
[3] Courrier ASN - CODEP-DCN-2016-023282 du 21 juillet 2016.

La démarche générique de justification des générateurs de vapeur (GV), proposée par EDF, a pour but de vérifier que la prise en compte de nouvelles caractéristiques des GV dans le cadre d'un dossier de modification (par exemple en cas de BTGV¹ ou remplacement des GV) ou encore dans le cadre de la mise à jour des études de sûreté (visite décennale (VD), changement de gestion de combustible) ne remet pas en cause le respect des critères de sûreté.

À cet effet, la démarche identifie les paramètres généraux des GV qui caractérisent les phénomènes mis en jeu lors de transitoires incidentels et accidentels à étudier (conditions de fonctionnement de dimensionnement et du domaine complémentaire, masses et énergies libérées dans l'enceinte de confinement en cas d'accident par perte de réfrigérant primaire et de rupture de tuyauterie vapeur et accidents de surpressions primaires et secondaires). Pour chaque transitoire, une analyse d'impact de ces paramètres est réalisée au regard du respect des critères de sûreté, ce qui permet de les classer en paramètre « dominant », « secondaire » ou « sans impact ». Ce classement a pour but de déterminer les paramètres dont l'impact pénalisant devra être analysé lors d'une modification des caractéristiques des GV ou de définir un modèle de GV hybride ou d'identifier le GV enveloppe de tous les autres, dans le cadre d'une nouvelle étude.

Les paramètres dominants ou secondaires dont la variation a le plus d'impact sur les résultats associés aux critères de sûreté sont classés comme « prépondérants » et seront à pénaliser lors d'une nouvelle étude de sûreté. Les autres paramètres sont classés comme « non-prépondérants » et seront à pénaliser uniquement en cas de faibles marges dans les études correspondant à un dossier de modification des caractéristiques des GV.

Conformément à la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) citée en référence [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a examiné l'acceptabilité du point de vue de la sûreté de la

¹ BTGV : bouchage de tubes de GV.

MEMBRE DE
ETSON

démarche générique de justification des GV pour les réacteurs du palier 1300 MWe, nommée « démarche GV 1300 ».

Cette démarche suit les mêmes principes que celle élaborée par EDF pour le palier 900 MWe, expertisée par l'IRSN [2] et faisant l'objet de demandes de l'ASN [3]. Ainsi, l'IRSN a analysé la démarche GV 1300 au regard de celle menée sur le palier 900 MWe, en examinant notamment :

- l'acceptabilité des principes de la démarche ;
- la prise en compte des demandes de l'ASN [3] et des engagements pris par EDF au cours de l'expertise de la démarche GV 900 ;
- les différences entre les paliers 900 MWe et 1300 MWe en termes de classement des paramètres GV (dominant, secondaire ou sans impact), de catégorisation (prépondérant ou non) et de sens de pénalisation ;
- la suffisance des études de sensibilité présentées par EDF ;
- l'application de la démarche à chaque étude d'accident.

Le référentiel d'application de la note de démarche GV pour le palier 1300 MWe est le référentiel VD3 1300 en gestion GEMMES. La prochaine mise à jour de la note de démarche de justification des GV est envisagée en 2026 à l'issue de la VD4² 1300. Elle prendra donc également en compte les études de sûreté aux référentiels VD3 1300 lot B et VD4 1300.

Concernant le principe de la démarche et son application aux études du rapport de sûreté, l'IRSN estime que la démarche de justification des GV pour le palier 1300 MWe est acceptable d'un point de vue de la sûreté et que les paramètres GV ont été identifiés de manière exhaustive pour chaque étude.

L'IRSN n'a pas de remarque sur la prise en compte des demandes de l'ASN et des engagements d'EDF à l'issue de l'expertise de la démarche GV 900, sauf en ce qui concerne la demande ASN n° 7 [3] : « *Dans le cadre de l'application de la démarche de justification, l'ASN vous demande de prendre en compte, dans les études à fournir pour la démonstration de sûreté, les anomalies présentes dans les études, les méthodes d'études éventuellement différentes de celles du référentiel VD3 et les modifications matérielles significatives non prises en compte dans celui-ci* ». En effet, EDF a traité dans la note de démarche GV 1300 MWe la plupart des dossiers d'écarts et des modifications matérielles, sauf pour certains dossiers connexes ou évolutions d'études. Cependant, leur prise en compte n'est pas de nature à remettre en cause les conclusions de l'application de la démarche GV en termes de sélection, classement et sens de pénalisation des paramètres GV au regard des critères de sûreté visés. De plus, EDF a prévu de prendre en compte ces écarts, modifications matérielles et évolutions d'études sur les réacteurs du palier 1300 MWe au lot B de la VD3. **Compte tenu du faible impact de la prise en compte de ces dossiers dans la démarche GV et de leur intégration au lot B, l'IRSN n'a plus de remarque sur ce sujet.** Enfin, l'écart physique du dôme³ est considéré comme résorbé par EDF, à la différence de l'IRSN. En effet, une expertise est en cours sur ce sujet, expertise qui devrait être finalisée en 2023. **L'IRSN estime que ses conclusions devront être prises en compte lors de la prochaine mise à jour de la note de démarche de justification des GV du palier 1300 MWe.**

Concernant l'impact des paramètres GV sur les études de sûreté, l'analyse de l'IRSN a porté sur la sélection, le classement, la catégorisation ainsi que sur le sens de pénalisation des paramètres GV pour les transitoires incidentels et accidentels. Pour la plupart de ces études, l'IRSN n'a pas de remarque sur les conclusions présentées par EDF. Cependant, l'IRSN estime que l'ensemble des éléments permettant de justifier la démarche

² VD4 : quatrième visite décennale.

³ Écart physique du dôme : anomalie d'études relatives à la modélisation des écoulements sous le dôme de la cuve et aux gradients de refroidissement retenues dans les études pour les situations de thermosiphon.

GV 1300, et notamment ceux transmis par EDF au cours de l'expertise, devraient être intégrés à la note de démarche. Sur ce point, EDF a pris un engagement (*cf.* engagement N° 1 en annexe).

Par ailleurs, certaines études ont fait l'objet de réserves qui ont conduit EDF à prendre des engagements, présentés dans les paragraphes suivants.

Concernant la phase C⁴ de l'étude d'accident de perte totale des alimentations électriques externes (PTAEE), le caractère pénalisant de la maximisation de la pression de saturation⁵ dans le circuit secondaire sans disposer d'une étude de sensibilité spécifique à ce paramètre est difficile à établir. Ainsi, EDF a pris l'action de mener, lors de la prochaine mise à jour de la démarche, cette étude de sensibilité pour estimer le sens de pénalisation de la pression de saturation à retenir (*cf.* engagement N° 2 en annexe).

Concernant l'étude d'accident de mauvais fonctionnement de l'eau alimentaire normale (MFEAN), la masse de fluide secondaire a été classée initialement comme paramètre secondaire. Or ce paramètre peut modifier la cinétique du transitoire et notamment l'instant d'atteinte de l'arrêt automatique du réacteur sur signal de « très haut niveau GV ». EDF s'engage donc à reclasser en paramètre dominant et prépondérant, la masse totale de fluide secondaire, dans la prochaine révision de la démarche GV 1300 (*cf.* engagement N° 3 en annexe).

Concernant les études d'accident de rupture de tubes de GV de catégorie 3 et 4 (RTGV3 et RTGV4), une incohérence a été mise en lumière sur le sens de pénalisation du seuil de très haut niveau GV (THNGV) au regard de la pénalisation du remplissage du GV affecté (minimisation pour la RTGV3 et maximisation pour la RTGV4). À l'issue de l'expertise, EDF a indiqué qu'il retiendra comme sens de pénalisation la maximisation de ce paramètre pour les deux études, afin de maximiser la masse totale d'eau secondaire du GV affecté lors de l'atteinte de ce seuil (*cf.* engagement N° 4 en annexe).

Concernant l'étude d'accident par perte de réfrigérant primaire par grosse brèche (APRP GB), EDF a classé la pression de saturation comme paramètre secondaire et non-prépondérant alors que, pour le palier 900 MWe, il est considéré dominant et prépondérant. Afin de conforter le classement de ce paramètre, EDF a proposé au cours de l'expertise de réaliser une étude de sensibilité pour le palier 1300 MWe lors de la prochaine mise à jour de la note de démarche GV du palier 1300 MWe (*cf.* engagement N° 5 en annexe).

Concernant l'étude d'accident de rupture d'une tuyauterie d'eau alimentaire (RTE), la pression de saturation dans le circuit secondaire est classée comme paramètre non-prépondérant, sur la base d'une étude de sensibilité non unitaire, ne permettant pas de distinguer l'effet de ce seul paramètre. EDF s'est engagé à reclasser le paramètre pression de saturation du circuit secondaire comme paramètre prépondérant, à l'instar de son classement dans la démarche GV 900, à l'occasion de la prochaine révision de la démarche GV de justification des GV pour le palier 1300 MWe (*cf.* engagement N° 6 en annexe).

⁴ La phase A d'une étude d'accident est comprise entre l'instant initial et l'instant de la première intervention d'une protection ou de la première action manuelle consécutive à une fiche d'alarme. La phase B est comprise entre l'instant de la première intervention d'une protection et l'instant de la première action manuelle. La phase C est comprise entre l'instant de la première action manuelle et l'atteinte de l'état d'arrêt sûr.

⁵ La pression de saturation au secondaire caractérise l'échange primaire-secondaire en régime permanent aux conditions nominales, lorsque le niveau d'eau dans les GV recouvre la totalité du faisceau des tubes ainsi que l'inertie thermique du GV du fait de la température des masses de fluides secondaires.

En conclusion, l'IRSN estime que les paramètres GV ont été identifiés de manière exhaustive pour chaque étude. Néanmoins, pour quelques études, le classement et le sens de pénalisation des paramètres GV font l'objet de réserves, pour lesquelles EDF a pris des engagements. *In fine*, l'IRSN estime que la démarche de justification des GV pour le palier 1300 MWe est acceptable du point de vue de la sûreté, compte tenu des engagements pris par EDF.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Hervé BODINEAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE À L'AVIS IRSN N° 2023-00009 DU 18 JANVIER 2023

Engagements d'EDF

Engagement N° 1

EDF s'engage à traiter les sujets évoqués lors de cette instruction dans la prochaine mise à jour de la démarche générique de justification des GV du palier 1300 MWe envisagée après l'instruction des études VD4 1300.

Les études d'accidents VD4 1300 seront finalisées fin 2023. Par conséquent, la mise à jour de la démarche GV pourra être initiée à la suite de l'instruction de ces études. Sa disponibilité ne peut donc être envisagée avant le premier semestre 2026.

Engagement N° 2

EDF s'engage à réaliser une étude de sensibilité lors de la prochaine mise à jour de la démarche GV 1300, prenant en compte l'impact d'une variation de la pression de saturation sur l'ensemble des phases du transitoire de PTAAE, afin de déterminer son sens de pénalisation pour l'étude de la phase C.

Engagement N° 3

EDF confirme que la masse totale de fluide secondaire sera reclassée comme paramètre dominant pour l'étude d'accident de mauvais fonctionnement de l'eau alimentaire normale initié à pleine puissance dans la prochaine révision de la note de la démarche de justification des GV du palier 1300 MWe. Ce classement est cohérent avec le palier 900 MWe et permettra de couvrir les futurs GV de remplacement.

Engagement N° 4

EDF s'engage à prendre comme référence l'étude de RTGV3 réalisée en VD3 1300 lors de la prochaine révision de la note de démarche de justification des GV du palier 1300 MWe. Dans cette étude, le seuil THNGV est maximisé permettant ainsi de maximiser la masse totale d'eau secondaire du GV affecté lors de l'atteinte du seuil THNGV.

Engagement N° 5

EDF s'engage à réaliser qu'une analyse de sensibilité à la pression de saturation secondaire sur les critères de sûreté de l'étude d'APRP GB du référentiel VD3 1300 lors de la prochaine mise à jour de la note de démarche de justification des GV du palier 1300 MWe.

Engagement N° 6

EDF s'engage à classer la pression de saturation comme paramètre prépondérant pour l'étude d'une rupture d'une tuyauterie d'eau alimentaire, à l'occasion de la prochaine révision de la démarche de justification des GV pour le palier 1300 MWe.