

Montrouge, le 4 août 2020

Référence courrier : CODEP-DCN-2020-032576

Monsieur le Directeur
Division Production Nucléaire
EDF
Site Cap Ampère – 1 place Pleyel
93 282 SAINT-DENIS CEDEX

OBJET :

EDF - Réacteurs électronucléaires de 900 et de 1300 MWe
Conformité des groupes électrogènes de secours
Retour d'expérience de la canicule de l'été 2019

RÉFÉRENCES :

- [1] Courrier EDF D455019008974 du 1^{er} octobre 2019
- [2] Note technique EDF D455619017478 du 2 janvier 2020
- [3] Fiche réponse EDF D455619102050 du 31 janvier 2020
- [4] Fiche réponse EDF D455619102056 du 21 février 2020
- [5] Courrier ASN CODEP-DCN-2019-042077 du 31 octobre 2019
- [6] Position Action EDF D455020003358 du 19 mai 2020
- [7] Position Action EDF D455020004926 du 22 juillet 2020
- [8] Position Action EDF D455620001119 du 10 janvier 2020

Monsieur le Directeur,

Lors des périodes estivales de 2018 et de 2019, vous avez réalisé des essais par température extérieure élevée de sept groupes électrogènes de secours (GES) de vos réacteurs de 900 MWe et de trois GES de vos réacteurs de 1300 MWe. Ces essais ont été réalisés dans des conditions proches de la température longue durée (TLD) du référentiel « grand chaud » des sites concernés, avec les quatre ventilateurs du système de ventilation des aéro-réfrigérants des circuits de refroidissement des diesels en fonctionnement. Vous avez transmis les résultats bruts de ces essais par courrier en référence [1]. Le référentiel « grand chaud » introduit par ailleurs, au-delà de la TLD, la situation d'« agression canicule » caractérisée par la température exceptionnelle (TE).

Le fonctionnement des GES par température extérieure élevée peut imposer une diminution de puissance par rapport à leur puissance nominale, pour que les températures de leurs fluides ne dépassent pas les valeurs maximales admissibles. La note technique en référence [2] présente les principes d'une nouvelle méthode de modélisation permettant à EDF d'estimer la température des fluides par température extérieure élevée. Les fiches réponses en références [3] et [4], portant respectivement sur les réacteurs de 900 MWe et de 1300 MWe, présentent les notes d'application de cette nouvelle modélisation et constituent les réponses d'EDF à la demande n° 2 du courrier de l'ASN en référence [5] qui demande à EDF de prendre position sur la capacité des diesels à assurer leur mission par température extérieure élevée.

Après instruction, les principes de la nouvelle modélisation proposée par EDF n'appelle pas de remarque particulière de la part de l'ASN. L'ASN note que les modèles proposés ont fait l'objet d'un ajustement avec les résultats des essais des étés 2018 et 2019.

Toutefois, la validité de la modélisation, et donc la validité de la démonstration de la capacité des diesels à assurer leur mission par température élevée, repose sur les valeurs retenues pour chacun des paramètres de la modélisation. Ces valeurs font l'objet d'approximations, conduisant à des incertitudes sur l'évaluation de la puissance minimale disponible des diesels. C'est le cas en particulier de :

- l'influence potentielle de la température extérieure sur la puissance thermique à évacuer ;
- la consommation de carburant ;
- les débits volumiques de liquide de refroidissement dans les différents circuits ;
- les débits volumiques d'air dans les systèmes de réfrigération ;
- l'échauffement de l'air extérieur avant son entrée dans les échangeurs ;
- l'échauffement de l'air dans le local diesel avant son admission dans le turbo-compresseur.

Pour prendre en compte l'impact de ces différentes sources d'incertitudes, vous avez intégré, dans la modélisation, un facteur d'ajustement qui a vocation à prendre en compte les sous-performances des systèmes de réfrigération, selon les principes de modélisation retenus dans la bibliographie pour les échangeurs à flux croisés. Ce facteur est déterminé de façon empirique, à partir notamment des essais dédiés réalisés pendant les étés 2018 et 2019.

Du fait des incertitudes de modélisation, du nombre limité de diesels ayant fait l'objet d'essais proche de la TLD, et du calage empirique de la modélisation, l'ASN considère que la conformité des diesels des réacteurs de 900 MWe et de 1300 MWe n'est pas complètement démontrée. L'ASN considère en effet qu'il n'est notamment pas démontré que l'ensemble des diesels non testés à ce jour présentent des performances de leurs systèmes de réfrigération des fluides supérieures ou égales à celles retenues dans la modélisation. L'ASN prend note de l'engagement d'EDF pris par courrier en référence [7] de réaliser, lors de la période estivale de 2020, une campagne d'essais en température élevée proche de la TLD portant sur deux diesels de la centrale nucléaire du Bugey, trois diesels de réacteurs de type CPY et sept diesels de réacteurs de 1300 MWe.

Ces essais complémentaires devraient permettre de rendre plus robuste votre modélisation. Toutefois tous les diesels devraient faire l'objet d'essais permettant de quantifier la performance de leurs systèmes de réfrigération des fluides. Ces deux points font respectivement l'objet des demandes n° 1 et n° 2.

Demande n° 1 :

Afin de contribuer à la démonstration de la conformité des diesels, l'ASN vous demande de réaliser, lors de la période estivale de 2020, au minimum les essais par température extérieure élevée pour lesquels vous êtes engagé.

Demande n° 2 :

L'ASN vous demande que chaque diesel des réacteurs de 900 MWe et de 1300 MWe fasse l'objet d'un essai représentatif de son fonctionnement par température extérieure élevée, permettant de quantifier la performance des systèmes de réfrigération des fluides et de s'affranchir des incertitudes de modélisation. Ces essais pourront être réalisés avec 3 ou 4 ventilateurs en fonctionnement. Pour les diesels des réacteurs de 900 MWe et pour les diesels de la voie B des réacteurs de 1300 MWe, ces essais devront être réalisés, au plus tard, le 31 octobre 2021. Pour les diesels de la voie A des réacteurs de 1300 MWe, ces essais devront être réalisés, au plus tard, lors du prochain essai périodique mené à 100 % de la puissance nominale du diesel, dès lors que la température extérieure est compatible avec l'obtention de la pleine ouverture de la vanne de thermo-régulation.

La représentativité des essais menés avec trois ventilateurs en fonctionnement fait l'objet d'une instruction séparée dans le cadre de votre demande d'amendement aux règles d'essais périodiques des diesels. L'ASN attire votre attention sur le fait que, en cas de positionnement défavorable de l'ASN sur la représentativité de ces essais, EDF devra mener les essais correspondants, soit par température extérieure élevée proche de la TLD, soit par température extérieure plus modérée mais avec quatre ventilateurs en fonctionnement et la vanne de thermo-régulation pleinement ouverte. Vous devrez, le cas échéant, proposer un calendrier de réalisation de ces essais.

Par ailleurs, suite à l'instruction de votre engagement de réalisation d'essais en température élevée pendant l'été 2020, l'ASN considère que ceux-ci doivent prendre en compte les exigences suivantes, afin de contribuer à la démonstration de la conformité des diesels.

Demande n° 3 :

Les essais à température élevée de l'été 2020 devront être menés par température extérieure élevée, au moins proche de la TLD. Lors de la réalisation de ces essais, l'ASN vous demande :

- **de vérifier expérimentalement vos hypothèses relatives à l'échauffement de l'air à l'aspiration des turbocompresseurs ;**
- **d'observer un palier à puissance intermédiaire, correspondant à la puissance valorisée en situation d'agression canicule, permettant de relever les paramètres caractéristiques du refroidissement du diesel.**

La nouvelle modélisation utilisée par EDF a été ajustée à partir d'essais réalisés uniquement dans des conditions proches de la TLD. Or la modélisation est également utilisée pour démontrer la conformité des diesels jusqu'à la TE, température à laquelle il n'est pas certain de pouvoir réaliser des essais. La conformité des diesels à la TE est donc démontrée par EDF sur la seule base de l'extrapolation de la modélisation. L'ASN considère que pour atteindre cet objectif, EDF doit compléter les mesures réalisées lors des essais proches de la TLD pour disposer de plusieurs points de mesure par diesel testé, et réaliser en outre une analyse de sensibilité concernant l'extrapolation de la modélisation à la TE pour y évaluer l'impact des incertitudes prises en compte.

Demande n° 4 :

L'ASN vous demande :

- **de réaliser, sur des diesels des réacteurs de 900 MWe et de 1300 MWe ayant fait ou faisant l'objet d'un essai à température élevée proche de la TLD lors des périodes estivales de 2018, 2019 ou 2020, des essais par une température extérieure modérée se situant dans le domaine d'application de la modélisation (pleine ouverture de la vanne de thermo-régulation). Ces essais devront être réalisés avec quatre ventilateurs en fonctionnement ;**
- **de confronter, sur la base des résultats d'essais réalisés et en prenant en compte les incertitudes de mesure, l'évolution de la température des fluides des diesels testés dans deux conditions de température extérieure différentes à l'évolution de la température des fluides en fonction de la température extérieure estimée par la modélisation. Vous devrez en outre vous assurer, d'une part, qu'aucun changement significatif de l'équipement n'est intervenu entre les deux essais et, d'autre part, que le nombre de diesels testés dans les deux configurations est suffisamment représentatif ;**
- **de procéder à une identification et à une analyse des incertitudes portant sur les paramètres d'ajustement de la modélisation, et de mener une étude de sensibilité de ces paramètres sur la puissance minimale disponible affichée. Ces travaux devront être confrontés aux résultats des essais menés lors des périodes estivales de 2018, 2019 et 2020, et permettre de démontrer le caractère conservatif des valeurs numériques retenues pour l'ensemble des paramètres d'ajustement de la modélisation et des puissances minimales disponibles affichées à la TLD et à la TE.**

La réalisation des essais objets des demandes n° 1, n° 2 , n° 3 et n°4 devra prendre en compte les enjeux de sûreté relatifs à chaque réacteur.

Par température extérieure proche de la TLD ou de la TE, le fonctionnement du diesel à sa puissance minimale disponible peut induire une élévation de la température du liquide de refroidissement à une température proche de 105 °C pour le circuit « haute température ». La capacité des circuits de refroidissement des diesels à fonctionner à cette température doit être démontrée.

Demande n° 5:

L'ASN vous demande de démontrer la capacité des circuits de refroidissement à assurer leur fonction à la température maximale à laquelle ils sont susceptibles d'être soumis. En outre, l'ASN vous demande de vous appuyer sur des données expérimentales pour évaluer les caractéristiques physiques du liquide de refroidissement utilisé entre 100 °C et sa température d'ébullition.

*
* *

Durant l'été 2019, la France a été touchée par deux vagues de chaleur, exceptionnelles par leur intensité. Lors de l'épisode de juin, l'ASN a demandé à EDF de réaliser des campagnes de mesures des températures extérieures sur site et dans certains locaux contenant des matériels importants pour la sûreté. Les résultats de ces mesures ont été transmis pour neuf sites. Vous avez cependant considéré que les mesures extérieures ponctuelles effectuées sur site pendant les deux vagues de chaleur n'étaient pas exploitables [8].

De nouvelles mesures seront menées en 2020 sur le réacteur n° 1 de la centrale nucléaire du Tricastin. L'ASN considère qu'il convient de s'assurer que les températures d'air en entrée des bouches d'aspiration des systèmes de ventilation ainsi que les températures extérieures autour des bâtiments à faible inertie thermique sont cohérentes avec celles enregistrées à la station de référence du site considéré. L'ASN considère en effet qu'EDF doit disposer de mesures de températures extérieures consolidées. Ainsi, l'ASN formule la demande suivante.

Demande n° 6:

L'ASN vous demande de compléter la campagne de mesures prévue sur le réacteur n° 1 de la centrale nucléaire du Tricastin pendant l'été 2020 par des mesures des températures extérieures locales (températures en entrée des gaines de ventilation, températures à proximité de bâtiments à faible inertie thermique, exposées ou non au soleil...) et vérifier qu'elles sont cohérentes avec celles enregistrées au même moment à la station de référence du site.

*
* *

L'ASN vous demande de transmettre les éléments de réponse aux demandes n° 1, n° 3, n° 4, n° 5 et n° 6 au plus tard le 15 janvier 2021.

L'ASN vous demande de transmettre les éléments de réponse à la demande n° 2 portant sur les essais menés sur les diesels des réacteurs de 900 MWe et de la voie B des réacteurs de 1300 MWe, au plus tard, le 15 janvier 2022.

L'ASN vous demande de transmettre les éléments de réponse à la demande n° 2 portant sur les essais menés sur les diesels des réacteurs de la voie A des réacteurs de 1300 MWe, au plus tard, deux mois après la réalisation du dernier essai.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de ma considération distinguée.

**Signé par le directeur de la direction des centrales
nucléaires**

Rémy CATTEAU