

Référence courrier : CODEP-DCN-2022-030145

EDF

Division Production Nucléaire

Monsieur le Directeur

Site Cap Ampère – 1 place Pleyel

93 282 SAINT-DENIS CEDEX

Montrouge, le 23 novembre 2022

Objet : Capacité des groupes électrogènes de secours des réacteurs de 900 et 1300 MWe à assurer leur mission par température extérieure élevée.

N° dossier (à rappeler dans toute correspondance) : SUIAF-DCN-2017-2096

Monsieur le Directeur,

Dans le cadre de l'instruction sur la conformité des groupes électrogènes de secours (GES) par température extérieure élevée, EDF a adressé à l'ASN la note technique en référence [1] complétée par les notes d'application en références [2] et [3] portant respectivement sur les GES des réacteurs de 900 et de 1300 MWe. Ces documents présentent une nouvelle modélisation dont l'objectif est d'estimer, lorsque le GES est en fonctionnement, la température des liquides de refroidissement en fonction de la température extérieure, afin de déterminer un critère de température de fluide de refroidissement au-delà duquel, pour une température extérieure donnée, le GES est jugé inapte à remplir sa mission de sûreté, notamment pour des températures proches de la « température longue durée » (TLD) ou de la « température exceptionnelle » (TE). L'ASN, dans son courrier en référence [4], a estimé que le principe de la modélisation proposé par EDF n'appelait pas de remarque particulière. Toutefois, de façon à s'affranchir des incertitudes de modélisation, l'ASN a formulé dans ce courrier la demande n° 2, rappelée ci-dessous.

Extrait du courrier CODEP-DCN-2020-032576 - 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.*

En réponse à cette demande, EDF a adressé à l'ASN en janvier 2022 le courrier en référence [5] qui dresse une liste de 25 GES n'ayant pas encore fait l'objet d'un essai. Parmi ces 25 GES, 15 n'ont pas fait l'objet d'un essai dans des délais compatibles avec l'échéance fixée par le premier tiret de la demande n° 2 du courrier de l'ASN en référence [4] rappelée ci-dessus (voir tableau A.1). EDF précise, dans ce courrier en référence [5], que le non-respect de cette échéance s'explique par des raisons techniques ou météorologiques. Dans ce courrier, EDF indique également que la non-réalisation à ce jour des essais des diesels de la voie A des réacteurs de 1300 MWe s'explique par l'absence d'essai programmé à 100 % de la puissance nominale en arrêt de réacteur, dans des conditions permettant de répondre à la demande n° 2 du courrier de l'ASN en référence [4]¹.

Plus récemment, la synthèse des éléments communiqués par EDF en références [7], [8] et [9] permet d'établir que, en date du 10 octobre 2022, 2 GES des réacteurs de 1300 MWe n'ont pas fait l'objet d'un essai en réponse à la demande n° 2 du courrier de l'ASN en référence [4] (voir tableau A.2).

Toutefois, l'ASN constate que, à ce jour, au moins une voie de tous les réacteurs de 900 et de 1300 MWe a fait l'objet d'un essai.

Devant ces éléments, l'ASN formule la demande suivante :

Demande n° 1 :

- **fournir une synthèse exhaustive de la réponse apportée par EDF à la demande n° 2 du courrier de l'ASN en référence [4]. Préciser le réacteur, le GES, le statut de réalisation de l'essai, et, le cas échéant, la date de réalisation, la température extérieure, le type d'essai, la puissance électrique, le pourcentage de puissance nominale du diesel et les températures des fluides des circuits.**
- **objectiver, pour chacun des GES pour lesquels l'échéance de la demande n° 2 du courrier de l'ASN en référence [4] n'a pas été respectée, l'ensemble des contraintes qui ont conduit au non-respect de cette échéance et leurs rôles respectifs dans ce non-respect.**
- **transmettre une mise à jour de la synthèse décrite au premier alinéa lorsque l'ensemble des essais réalisés en réponse à la demande n° 2 du courrier de l'ASN en référence [4] auront été réalisés.**

*
* *

La réponse apportée par EDF à la demande n° 2 du courrier en référence [4] repose principalement² sur deux procédures d'essais différentes, dont la sélection dépend de la température extérieure au moment

¹ La pleine ouverture de la vanne de thermorégulation intervient dès lors que la température extérieure est d'environ 30°C pour les vannes des circuits HT et BT des diesels des réacteurs de 1300 MWe.

² Dans le cadre de sa réponse à la demande n° 2 du courrier de l'ASN en référence [4], EDF valorise, pour certains diesels, des essais menés par une température extérieure supérieure à la TLD à une puissance inférieure à la

de l'essai : les essais « équivalents grand chaud » à quatre ventilateurs (EEGC/4V) et les essais « équivalents grand chaud » à trois ventilateurs (EEGC/3V).

Représentativité de la procédure d'EEGC / 4V

La première procédure d'essai consiste à réaliser un essai sur le GES lorsque le diesel fonctionne à 100 % de sa puissance nominale et avec les quatre ventilateurs du dispositif de refroidissement des fluides en fonctionnement. Il s'agit de la configuration de fonctionnement habituelle du GES dans le cadre de sa mission de sûreté. Ce type d'essai est mené par une température extérieure suffisamment élevée pour atteindre la pleine ouverture de la vanne de thermorégulation.

La représentativité de cette procédure d'essai qui respecte les hypothèses de la modélisation décrite par les notes techniques en références [1], [2] et [3] n'appelle pas de remarque de la part de l'ASN.

Représentativité de la procédure d'EEGC / 3V

Du fait de la plus faible probabilité d'atteindre des conditions météorologiques propices à la réalisation des EEGC/4V, EDF a introduit, dans le cadre de sa demande d'amendement au programme d'essais périodiques des GES des réacteurs de 900 MWe en référence [10], une deuxième procédure d'essai décrite dans la note technique en référence [11]. Cette procédure consiste à simuler le fonctionnement du GES par température élevée en inhibant un des quatre ventilateurs du dispositif de refroidissement du GES, avec une température extérieure se situant dans une plage comprise entre 15°C et 25°C. Ce deuxième type d'essai est également réalisé à 100 % de la puissance nominale du diesel.

EDF a apporté des éléments de démonstration complémentaires sur la représentativité des EEGC/3V dans le document en référence [12]. Concernant la représentativité de la procédure d'essai EEGC/3V, l'ASN note que ces essais, contrairement à la procédure EEGC/4V, font appel à une configuration de fonctionnement du GES qui n'est pas celle prévue dans le cadre de sa mission de sûreté.

*

Les documents en références [11] et [12] précisent que certains GES ont été testés dans les deux configurations EEGC/3V et EEGC/4V. Il s'avère toutefois que, sur la base des documents en références [11] et [12], seul le diesel de la voie A du réacteur n° 3 de Dampierre dispose de résultats d'essais validés et exploitables dans les deux configurations valorisables pour les circuits d'eau HT et BT.

Pour rappel, l'ASN, par courriel en référence [13], a indiqué à EDF que le fait de disposer de résultats d'essais sur trois GES du palier CPY et trois GES du palier 1300 MWe testés dans les deux configurations EEGC/3V et EEGC/4V constituait un minimum nécessaire mais pas obligatoirement suffisant pour que l'ASN se positionne sur la représentativité de la procédure d'essais EEGC/3V. EDF, par courrier en référence [7], a indiqué à l'ASN avoir intégré à son programme d'essais de l'année 2022 la réalisation d'essais sur un même GES dans les deux configurations EEGC/3V et EEGC/4V sur quatre

puissance nominale du diesel et égale au requis de puissance en agression « canicule ». Ces essais, menés avec quatre ventilateurs en fonctionnement, sont qualifiés d'essais « grand chaud » (EGC).

GES des réacteurs du palier CPY et quatre GES des réacteurs du palier 1300 MWe. Le tableau A.3 présente, sur la base des informations communiquées par EDF via le document en référence [9], les GES qui ont fait l'objet d'un essai dans les deux configurations EEGC/3V et EEGC/4V en 2022. Devant ces éléments, l'ASN formule la demande suivante :

Demande n° 2 :

- **fournir les résultats d'essais validés menés dans la configuration EEGC/3V et dans la configuration EEGC/4V sur un même GES des réacteurs du palier CPY³ ou du palier 1300 MWe.**

Critère de température associé aux EEGC / 3V

Le critère de température de fluide de refroidissement à satisfaire lors de la réalisation des EEGC/3V proposé par EDF est matérialisé par une fonction linéaire de la température de liquide de refroidissement considéré (eau HT ou eau BT) en fonction de la température extérieure. Cette fonction linéaire est obtenue de façon empirique en ajustant la pente et l'ordonnée à l'origine de façon à englober des résultats d'EEGC/3V déjà réalisés et supposés satisfaisants.

Concernant la pertinence de ce critère associé à la réalisation des essais EEGC/3V, l'ASN considère que, contrairement à la modélisation présentée dans les notes techniques en références [1], [2] et [3], l'estimation de l'évolution de la température des fluides lors d'un EEGC/3V ne repose pas sur des concepts physiques éprouvés mais sur une approche uniquement empirique.

Devant ces éléments, l'ASN formule la demande suivante :

Demande n° 3 :

- **justifier, notamment sur la base des résultats des essais mentionnés à la demande n° 2 de ce courrier, l'acceptabilité des critères de température définis sur l'eau HT et l'eau BT dans la configuration d'essai EEGC/3V.**
- **apporter des éléments d'analyse permettant d'objectiver l'impact éventuel du choix du ventilateur arrêté sur le résultat de l'essai EEGC/3V.**

*
* *

Dans son courrier en référence [4], l'ASN a estimé que la démonstration de l'acceptabilité de l'extrapolation de la modélisation présentée dans les notes techniques en références [1], [2] et [3] devait s'appuyer sur des essais permettant, sur un même GES, de quantifier la pente d'évolution de la température des fluides de refroidissement en fonction de la température extérieure dans le domaine

³ EDF précise, dans son document en référence [11], que la réalisation d'EEGC/3V n'est pas souhaitable sur les diesels des réacteurs du site de Bugey du fait de leur configuration spécifique.

de température extérieure garantissant la pleine ouverture de la vanne de thermorégulation⁴. Ce constat fait l'objet de la demande n° 4 du courrier en référence [4], qui est rappelée ci-dessous :

Extrait du courrier CODEP-DCN-2020-032576 - 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.*

En réponse à la demande n° 4 du courrier de l'ASN en référence [4], EDF, dans son courrier en référence [6], a indiqué n'avoir été en mesure, à l'échéance demandée par l'ASN, de réaliser les essais demandés uniquement pour deux GES du site de Bugey. EDF a complété sa réponse apportée à cette demande par les éléments communiqués dans le document en référence [9] mis à jour le 10 octobre 2022 (voir tableau A.4). EDF, dans son courrier en référence [7], prévoit de réaliser, en réponse à la demande n° 4, un essai supplémentaire sur un GES du site de Bugey, 4 essais sur des GES de réacteurs de type CPY et 4 essais sur des GES de réacteurs de 1300 MWe (voir tableau A.5).

Demande n° 4 :

- fournir les résultats d'essais et une synthèse consolidée des essais validés réalisés en réponse à la demande n° 4 du courrier de l'ASN en référence [4] ;**
- indiquer les modalités de prise en compte de la variabilité des comportements des GES au sein d'un même palier dans l'extrapolation de la modélisation du comportement des GES jusqu'à la température exceptionnelle.**

Dans son courrier en référence [4], l'ASN a laissé à EDF le soin de définir, pour chaque palier, un nombre statistiquement représentatif de GES devant faire l'objet d'un essai en réponse à la demande

⁴ La pleine ouverture de la vanne de thermorégulation intervient lorsque la température extérieure est d'environ 20°C pour les diesels des réacteurs de Bugey, environ 26°C pour la vanne du circuit HT des diesels des réacteurs du palier CPY et environ 30°C pour les vannes des circuits HT et BT des diesels des réacteurs de 1300 MWe.

n° 4 de ce courrier. L'ASN a également précisé, par courriel en référence [13], que la réalisation de trois essais sur chaque type de réacteur en réponse à la demande n° 4 de son courrier en référence [4] constituait un minimum nécessaire mais pas obligatoirement suffisant afin de poursuivre l'instruction de la validité de l'extrapolation des modèles jusqu'à la température exceptionnelle.

Plus largement, devant les incertitudes demeurant d'une part sur la démonstration de la représentativité des EEGC/3V et d'autre part sur l'extrapolation du modèle jusqu'à la température exceptionnelle, l'ASN estime nécessaire qu'EDF se positionne, en tenant compte des résultats des doublets d'essais EEGC/3V et 4V et des résultats des essais réalisés en réponse à la demande n° 4 du courrier de l'ASN en référence [4], sur la nécessité de réaliser des essais sur tous les GES des réacteurs de 900 et de 1300 MWe n'en ayant pas déjà fait l'objet.

Demande n° 5 :

- **se positionner sur la nécessité de réaliser un essai en réponse à la demande n° 4 du courrier de l'ASN en référence [4] sur tous les GES n'ayant pas fait l'objet d'un tel essai ;**
- **effectuer, le cas échéant, une proposition des modalités d'une telle campagne d'essais (calendrier, statut, articulation avec les EEGC éventuellement réalisés au titre des essais périodiques, conduite à tenir et dispositions retenues en cas d'essai non satisfaisant, prise en compte d'un éventuel retour d'expérience d'essai EEGC/3V satisfaisant et EEGC/4V insatisfaisant sur un même GES, analyse comparative entre les résultats d'essais EEGC/3V et 4V à l'issue du programme d'essais, etc.).**

*
* *

Lors des échanges techniques préparatoires entre les services de l'ASN et ceux d'EDF, j'ai noté qu'EDF serait en capacité de communiquer sa réponse aux demandes n° 1 et n° 2 pour le 30 novembre 2022.

Je vous demande de transmettre les éléments de réponse aux demandes n° 3, n° 4 et n° 5 au plus tard le 28 février 2023.

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

Rémy CATTEAU

REFERENCES

- [1] Note technique EDF D455619017478 du 2 janvier 2020
- [2] Fiche réponse EDF D455619102050 du 31 janvier 2020
- [3] Fiche réponse EDF D455619102056 du 21 février 2020
- [4] Courrier ASN CODEP-DCN-2020-032576 du 4 août 2020
- [5] Courrier EDF D455022000174 du 13 janvier 2022
- [6] Courrier EDF D455021000290 du 18 janvier 2021
- [7] Courrier EDF D455022001497 du 27 mars 2022
- [8] Courriel EDF de Olivier BRUNIN à destination de Clément BELGODERE du 24 mai 2022
- [9] Support de présentation EDF « Fonctionnement des Groupes Electrogènes de Secours par température élevée – Programme d’essais 2022 » Réunion téléphonique ASN-IRSN-EDF du 21 septembre 2022 » - Version mise à jour du 10 octobre 2022
- [10] Courrier EDF D455621015880 du 22 mars 2021 - Demande d’autorisation relative à la modification RGE IX FA LHj 024 (BGY) et FA LHP/Q 055 (CPY) au titre de l’article R.593-56 du code de l’environnement
- [11] Note technique EDF D455620025468 Ind. E du 16 mars 2021 « Définition des critères RGE IX relatifs à la fonction réfrigération des diesels du palier 900 MWe »
- [12] Présentation EDF « Nouveaux critères de performance des circuits de refroidissement des diesels 900 et 1300 – configuration avec 3 aéros sur 4 (CPY & 1300) ». Réunion téléphonique ASN-IRSN-EDF du 11 juin 2021.
- [13] Courriel ASN de Clément BELGODERE à destination d’Anne PELLE du 28 mai 2021

ANNEXE

Réacteurs	Centrales	N° de Réacteur	Diesel
900 MWe	Bugey	3	LHH
	Bugey	5	LHH
	Cruas	4	LHP
	Gravelines	1	LHP
	Gravelines	2	LHP
	Gravelines	2	LHQ
	Gravelines	3	LHP
	Gravelines	3	LHQ
	Gravelines	5	LHP
	Gravelines	5	LHQ
	Tricastin	2	LHQ
1300 MWe	Belleville	1	LHQ
	Flamanville	2	LHQ
	Nogent	1	LHQ
	Penly	1	LHQ

Tableau A.1 : liste des 15 GES des réacteurs de 900 MWe et des voies B des réacteurs de 1300 MWe pour lesquels EDF n'a pas respecté l'échéance fixée par l'ASN pour répondre à la Demande n° 2 du courrier ASN en référence [4].

Réacteurs	Centrales	N° de Réacteur	Diesel
1300 MWe	Belleville	1	LHQ
	Flamanville	1	LHP

Tableau A.2 : liste des 2 GES des réacteurs de 1300 MWe n'ayant pas fait l'objet d'un essai en réponse à la demande n° 2 du courrier ASN en référence [4] sur la base des derniers éléments communiqués dans le document en référence [9] mis à jour le 10 octobre 2022.

Réacteurs	Centrales	N° de Réacteur	Diesel	Statut réalisation EEGC 3V	Statut réalisation essai en réponse à la demande n° 4 du courrier en référence [4]
900 MWe	Cruas	1	LHP	Réalisé	Réalisé
	Cruas	4	LHP	Réalisé	Réalisé
	Tricastin	2	LHQ	Réalisé	Réalisé
	Tricastin	3	LHQ	Réalisé	Réalisé
1300 MWe	Belleville	1	LHQ	Reporté en 2023	Reporté en 2023
	Cattenom	4	LHP	Réalisé	Réalisé
	Golfech	1	LHP	Réalisé	Réalisé
	Saint-Alban	1	LHQ	Réalisé	Réalisé

Tableau A.3 : liste des GES des réacteurs de 900 MWe et de 1300 MWe pour lesquels un doublet d'essais EEGC/3V et EEGC/4V est prévu par EDF sur la base de son courrier en référence [7]. Le statut de réalisation est renseigné sur la base des derniers éléments communiqués dans le document en référence [9] mis à jour le 10 octobre 2022. Information : le diesel de la voie B du réacteur n° 3 de Tricastin, qui a substitué le doublet d'essais prévus sur le diesel de la voie B du réacteur n° 1 de Tricastin mentionné dans le courrier en référence EDF [7], n'est pas mentionné comme candidat à un doublet d'essais EEGC/4V-EEGC/3V dans ce même courrier.

Réacteurs	Centrale	N° de Réacteur	Diesel
900 MWe - CP0-Bugey	Bugey	2	LHH**
	Bugey	2	LHG*, **
	Bugey	3	LHG***
	Bugey	3	LHH***
	Bugey	4	LHH***
	Bugey	5	LHH***
900 MWe - CPY	Cruas	1	LHP***
	Cruas	4	LHP***
	Tricastin	2	LHQ***
	Tricastin	3	LHQ***
1300 MWe	Cattenom	4	LHP***
	Golfech	1	LHP***
	Saint Alban	1	LHQ***
* Essai valorisable uniquement pour la température d'Eau BT			
** Mesures de températures BT et HT sur deux points			
*** Relevé de températures BT et HT en continu			

Tableau A.4 : liste des GES des réacteurs de 900 MWe et de 1300 MWe ayant fait l'objet d'un essai validé en réponse à la demande n° 4 du courrier ASN en référence [4] sur la base des derniers éléments communiqués dans le document en référence [9] mis à jour le 10 octobre 2022.

Réacteurs	Centrales	N° de Réacteur	Diesel
900 MWe	Cruas	1	LHP
	Cruas	4	LHP
	Tricastin	1	LHQ
	Tricastin	2	LHQ
1300 MWe	Belleville	1	LHQ
	Cattenom	4	LHP
	Golfech	1	LHP
	Saint-Alban	1 ou 2	LHQ

Tableau A.5 : liste des GES des réacteurs de 900 MWe et de 1300 MWe pour lesquels un essai en réponse à la demande n° 4 du courrier en référence [4] est prévu par EDF sur la base de son courrier en référence [7].