

Fontenay-aux-Roses, le 26 octobre 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2017-00337

Objet : EDF - REP - Palier 1300 MWe  
Réexamen de sûreté des réacteurs électronucléaires du palier 1300MWe -  
Annulation de modifications « Grands Chauds »

Réf. Lettre ASN - CODEP-DCN-2017-016835 du 10 mai 2017

Dans le cadre du troisième réexamen de sûreté des réacteurs de 1300 MWe, Electricité de France (EDF) a proposé de mettre en œuvre plusieurs modifications matérielles visant à renforcer la robustesse des installations aux températures élevées de l'air extérieur et de la source froide en tenant compte du nouveau référentiel « Grands Chauds ». Après examen, EDF considère que les modifications suivantes ne sont finalement plus nécessaires :

- « remplacement des groupes frigorifiques de production d'eau glacée (DEG) » pour les sites de bord de mer ;
- « création d'une alarme température haute dans le hall de la piscine du bâtiment combustible (BK) » pour les réacteurs du palier P'4 et de Saint-Alban ;
- « traitement des apports thermiques en salle de commande et dans le local calculateur » pour les réacteurs du palier P'4 ;
- « amélioration du refroidissement des diesels voie A (LHP) et voie B (LHQ) » pour les sites de bord de mer.

Adresse Courrier  
BP 17  
92262 Fontenay-aux-Roses  
Cedex France

Pour les deux premières modifications, EDF propose de les remplacer par des dispositions de conduite et de surveillance mentionnées dans les règles particulières de conduite (RPC) « Grands Chauds ».

Siège social  
31, av. de la Division Leclerc  
92260 Fontenay-aux-Roses  
Standard +33 (0)1 58 35 88 88  
RCS Nanterre 8 440 546 018

Par sa saisine en référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur le caractère acceptable de la suppression ou de l'évolution du champ d'application de ces modifications sur les réacteurs de 1300 MWe. L'ASN souhaite également recueillir l'avis de l'IRSN sur le caractère suffisant des évolutions de conduite et de surveillance proposées par EDF pour certaines de ces modifications, ainsi que sur le caractère acceptable de l'intégration de ces évolutions dans les RPC « Grands Chauds » plutôt que dans les règles générales d'exploitation (RGE).

**Evolution d'application de la modification « remplacement des groupes frigorifiques DEG » pour les sites de bord de mer**

***Dossier transmis par EDF***

Les études thermiques réalisées par EDF en tenant compte des températures du référentiel « Grands Chauds »<sup>1</sup> du palier 1300 MWe ont montré que le dimensionnement des groupes frigorifiques du système de production d'eau glacée (DEG) actuel n'est plus suffisant du fait d'une part, de l'augmentation de la température du circuit de réfrigération intermédiaire (RRI) refroidissant les groupes froids du DEG, d'autre part, de l'augmentation de la puissance froide appelée par les différents utilisateurs du DEG. La modification initialement envisagée par EDF consiste, pour tous les sites du palier 1300 MWe, à remplacer à iso-fonctionnalité les groupes froids du DEG.

Les températures extérieures des sites de bord de mer (Flamanville, Paluel et Penly) à considérer au titre du référentiel « Grands Chauds » sont moins contraignantes que la température générique définie pour l'ensemble du palier 1300 MWe. Selon EDF, l'augmentation de puissance appelée par les utilisateurs du DEG est acceptable sur ces trois sites en regard de la puissance initiale des groupes froids, à condition de limiter la température du RRI ( $T_{sRRI}$ ) refroidi par le système d'eau brute secourue (SEC) à 35°C lorsque le réacteur est en production (état RP) et à 40°C lorsque le réacteur est en arrêt normal avec le circuit RRA de refroidissement à l'arrêt en service (état AN/RRA). EDF a donc introduit, dans la règle particulière de conduite (RPC) « Grands Chauds » de ces sites, une prescription visant à limiter la  $T_{sRRI}$  à 35°C en RP et à 40°C en AN/RRA, et considère que cette disposition permet de s'affranchir de la modification matérielle initialement envisagée.

***Analyse de l'IRSN***

Pour ce qui concerne la suffisance du dimensionnement des groupes froids DEG d'origine qu'EDF ne prévoit plus de remplacer, l'IRSN a vérifié, pour les différentes situations de « Grands Chauds » (situations dites de redimensionnement et d'agression canicule) d'une part, que la puissance appelée par les utilisateurs du DEG ne dépasse pas la puissance disponible des groupes froids, d'autre part, que les hypothèses relatives à la température de l'eau DEG considérées par EDF dans les études thermiques sont acceptables.

L'IRSN ayant constaté, sur la base du dossier de système élémentaire du DEG réalisé par EDF, que les groupes froids du DEG n'étaient en réalité pas dimensionnés pour fonctionner avec une  $T_{sRRI}$  supérieure à 35°C, EDF s'est engagé à mettre à jour le rapport de sûreté afin d'y indiquer que sur les sites de bord de mer, la  $T_{sRRI}$  doit être limitée en fonctionnement normal à 35°C. **Ce point fait l'objet de l'observation n° 1 en annexe 2.**

**En tenant compte de cette évolution du dossier et sur la base des études de performance des groupes froids qu'EDF a transmises en fin d'instruction, l'IRSN estime suffisant le dimensionnement d'origine des groupes froids du DEG des réacteurs de Penly et de Paluel. L'IRSN n'a pas d'objection de principe à une limitation de la température RRI dans la RPC plutôt que dans les règles générales d'exploitation.**

En revanche, pour les réacteurs de Flamanville, l'IRSN estime qu'EDF n'a pas démontré que ce dimensionnement d'origine permet, pour les situations de « Grands Chauds » de redimensionnement, de garantir le respect des températures acceptables pour les équipements situés dans les locaux dont le

---

<sup>1</sup> A la suite de la canicule de 2003 et 2006, EDF a établi un référentiel « Grands Chauds » dans lequel les températures d'air extérieur et d'eau de la source froide à retenir, pour le fonctionnement normal et pour certaines situations incidentelles/accidentelles, ont été réévaluées (température de longue durée retenue pour les situations de « Grands Chauds » de redimensionnement et profil de température sinusoïdal retenu pour les situations d'agression canicule).

conditionnement thermique dépend du DEG lorsque le réacteur est en fonctionnement normal en production. En particulier, EDF n'a pas pris en compte dans son dossier l'impact négatif du remplacement du fluide frigorigène sur la performance des groupes froids de Flamanville, ni les effets des incertitudes associées à la méthode d'évaluation des puissances appelées par les consommateurs du DEG. **Ce point fait l'objet de la recommandation n°1 de l'IRSN en annexe 1.** Si EDF ne peut apporter cette démonstration, il devra mettre en œuvre une modification sur ces réacteurs visant à garantir une capacité de refroidissement du DEG compatible avec les besoins de ses utilisateurs dans les situations du référentiel « grands chauds ».

**Evolution d'application de la modification « création d'une alarme de température haute dans le hall de la piscine BK » pour les sites du palier P'4 et de Saint-Alban**

***Dossier transmis par EDF***

Les études de déclinaison du référentiel « Grands Chauds » ont montré que, sur le site de Saint-Alban et ceux du palier P'4, la température maximale de tenue des équipements assurant la manutention des assemblages combustible (40°C) qui sont stockés dans la piscine de désactivation du bâtiment combustible (BK) est susceptible d'être dépassée en fonctionnement normal, dans les situations de « Grands Chauds » de redimensionnement et d'agression canicule, ainsi que dans les premières heures qui suivent un accident de manutention combustible.

EDF a alors proposé de mettre en œuvre la modification « Création d'une alarme de température haute dans le hall de la piscine BK » (Saint-Alban et palier P'4). Elle consiste à installer un thermostat permettant de remonter en salle de commande une alarme de température élevée dans le hall BK. Cette alarme, active lorsque la température du hall est supérieure à 35°C, requiert que l'exploitant vérifie la température en local lors d'une manutention combustible. Si cette température dépasse 38°C, il doit placer l'élément combustible en cours de manutention en position sûre et arrêter les manutentions.

EDF propose désormais de remplacer cette modification par un suivi en local, par l'équipe de « manutention du combustible », de la température du hall BK lors de l'entrée dans la phase « vigilance » de la RPC « Grands Chauds ».

***Analyse de l'IRSN***

L'IRSN considère que la cinétique lente de montée en température dans le hall BK (de l'ordre d'un degré par heure) est compatible avec une surveillance de la température en local. Il considère ainsi que l'évolution du champ d'application de cette modification est acceptable, à condition toutefois que la RPC « Grands Chauds » prescrive clairement de mettre en position sûre l'assemblage combustible en cours de manutention si la température du hall BK dépasse 35°C, et ce dans toutes les phases de la RPC, ce à quoi EDF s'est engagé en fin d'instruction. **Ce point fait l'objet de l'observation n°2 de l'IRSN en annexe 2.**

Par ailleurs, dans son dossier, EDF indique que la température maximale de tenue des équipements du hall BK est également susceptible d'être dépassée pour Flamanville et Paluel pour les situations du référentiel « Grands Chauds ». Or la RPC « Grands Chauds » transmise par EDF limite l'applicabilité de la prescription de mise en position sûre de l'assemblage combustible en cours de manutention aux réacteurs du palier P'4 et de Saint-Alban. EDF a confirmé au cours de l'instruction que la prescription de la RPC « Grands Chauds » serait étendue aux sites de Flamanville et de Paluel.

**Annulation de la modification « traitement des apports thermiques en salle de commande et dans le local calculateur liés aux modifications de la VD3 1300 » pour le palier P'4**

***Dossier transmis par EDF***

Plusieurs modifications seront intégrées dans le cadre des troisièmes visites décennales des réacteurs de 1300 MWe dans les locaux conditionnés par le système de ventilation de la salle de commande (DVC). Les études de déclinaison du référentiel « Grands Chauds » ont montré qu'avec les apports thermiques ainsi réévalués, les débits de ventilation et la puissance froide disponible du système DVC n'étaient plus suffisants. La modification initialement envisagée par EDF consiste à augmenter le débit de ventilation et la capacité de refroidissement des batteries froides du système DVC.

Finalement, EDF indique que, en affinant le choix des nouveaux équipements à implanter dans les locaux ainsi que leurs apports thermiques pour les réacteurs du palier P'4, le bilan de puissance dissipée a pu être réduit à une valeur ne nécessitant plus la mise en œuvre de cette modification sur ce palier.

***Analyse de l'IRSN***

L'IRSN a examiné les hypothèses utilisées par EDF pour évaluer les températures atteintes dans les locaux conditionnés par le système DVC (débits requis de sûreté, apports thermiques et configuration du système DVC). Ces hypothèses sont considérées acceptables par l'IRSN. Les marges entre les températures atteintes calculées dans les locaux conditionnés par le système DVC et les températures maximales admissibles des équipements qui s'y trouvent apparaissent suffisantes.

Les batteries froides du système DVC sont alimentées par le système de production d'eau glacée DEL. Au cours de l'instruction, EDF a transmis les valeurs des puissances froides disponibles du DEL qui tiennent compte de la modification « remplacement des groupes froids DEL du palier 1300 hors Paluel » et s'est engagé à les mentionner dans le RDS. **Ceci fait l'objet de l'observation n°3 en annexe 2.**

**Par conséquent, l'IRSN estime acceptable l'annulation de la modification « traitement des apports thermiques en salle de commande et dans le local calculateur liés aux modifications de la VD3 1300 » sur le palier P'4.**

Sur le palier P4, non concerné par l'annulation de cette modification, l'instruction a mis en évidence la nécessité d'étudier l'impact d'une configuration défavorable du système DVC en situation de manque de tension électrique externe (MDTE). En effet, dans ses études thermiques, EDF évalue les températures atteintes dans les locaux conditionnés par le DVC en supposant que la vanne qui régule le débit d'eau glacée dans la batterie froide du DVC est pleine ouverte. Or sur le palier P4, cette vanne est bloquée à la position atteinte (qui n'est pas nécessairement la pleine ouverture) au moment du MDTE, ce qui peut diminuer la performance de la batterie froide. EDF a convenu d'évaluer l'impact de cette configuration sur les températures atteintes dans les locaux ventilés par le DVC et de transmettre ses conclusions avant mi-2018. L'IRSN considère qu'EDF devra se prononcer, sur la base de cette analyse, sur la nécessité de mettre en œuvre une modification sur les réacteurs du palier P4. **Ce point fait l'objet de l'observation n°4 en annexe 2.**

**Annulation des modifications « amélioration du refroidissement LHP/LHQ » pour les sites de bord de mer**

***Dossier transmis par EDF***

Les études de déclinaison du référentiel « Grands Chauds » aux réacteurs du palier 1300 MWe ont mis en évidence une vulnérabilité des groupes électrogènes à moteur diesel. Au-delà d'un certain seuil de température extérieure et en fonction de la puissance électrique à fournir par le moteur, la température de l'huile de lubrification risque de dépasser le seuil maximal admissible pour le bon fonctionnement du moteur et de ses circuits auxiliaires. Cette huile est refroidie par un échangeur dans lequel circule l'eau du circuit dit « basse température » (« eau BT »), elle-même refroidie par un aéroréfrigérant dont la source froide est l'air extérieur.

Les modifications prévues par EDF consistent à remplacer l'échangeur eau BT/huile par un échangeur plus performant. Les modifications ont initialement été programmées sur l'ensemble des réacteurs du palier 1300MWe, en prenant en compte une hypothèse conservatrice sur la puissance électrique requise des diesels dans les situations d'agression canicule, cette puissance n'étant pas précisément estimée au moment de la déclaration des modifications.

Sur la base de nouveaux bilans de puissance électrique et en tenant compte du fait que les températures extérieures du référentiel « Grands Chauds » sont moins élevées sur les sites de bord de mer que sur les autres sites du palier 1300 MWe, le remplacement de l'échangeur eau BT/huile s'avère finalement inutile, selon EDF, pour les réacteurs de Flamanville, Paluel et Penly.

Parmi ces trois sites, celui présentant le moins de marge vis-à-vis du dimensionnement de l'échangeur eau BT/huile est celui de Flamanville pour lequel la température de l'air extérieur est la plus élevée, c'est-à-dire de 32°C (30°C pour les autres sites concernés) pour les situations de redimensionnement et de 39°C (38°C pour les autres sites concernés) en maxima pour les situations d'agression canicule du référentiel « Grands Chauds ». Pour ce site, le dossier d'EDF indique une puissance maximale requise de 6870 kWe pour une puissance disponible de 7200 kWe pour les situations de redimensionnement. La puissance maximale requise en situation d'agression canicule est, quant à elle, de 4968 kWe pour une puissance disponible de 6520 kWe. Ces résultats sont obtenus pour les diesels LHP (en voie A) de Flamanville et sont enveloppes des puissances à fournir par les autres diesels des sites de bord de mer. Ils démontrent, selon EDF, la capacité des diesels de Flamanville, Paluel et Penly à satisfaire leurs exigences de sûreté sans intégration de la modification « amélioration du refroidissement LHP/LHQ ».

***Analyse de l'IRSN***

L'IRSN a examiné les méthodes et les différentes hypothèses utilisées par EDF pour évaluer la puissance disponible des diesels des trois sites de bord de mer et présentées dans son dossier initial. En particulier, l'IRSN a examiné les hypothèses relatives aux taux d'encrassement des différents échangeurs/aéroréfrigérants des circuits auxiliaires des diesels car elles impactent notablement l'évaluation des puissances électriques disponibles de ces derniers.

Concernant le taux d'encrassement de l'échangeur eau BT/huile valorisé par EDF dans son évaluation, il ne fait l'objet actuellement d'aucune surveillance au titre des RGE et n'est donc pas garanti en exploitation. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2 en annexe 1.**

Concernant l'encrassement des aéroréfrigérants des circuits auxiliaires des diesels, l'IRSN a considéré au cours de l'instruction que le dossier initial d'EDF retenait des hypothèses trop optimistes au regard de l'encrassement admis en exploitation normale au titre des RGE.

En fin d'instruction, EDF a donc transmis des éléments complémentaires, ainsi qu'une nouvelle évaluation de la puissance disponible des diesels LHP de Flamanville (cas qu'il considère le plus pénalisant parmi les diesels concernés par l'annulation de la modification) tenant compte des facteurs d'encrassement des aéroréfrigérants effectivement garantis en exploitation.

L'IRSN estime cependant que ces nouveaux éléments ne permettent toujours pas de justifier l'acceptabilité du dimensionnement actuel des diesels des sites de bord de mer vis-à-vis des situations de redimensionnement du référentiel « grands chauds » et donc l'absence de besoin de modification. En effet, pour les diesels LHP de Flamanville, la puissance disponible réévaluée par EDF présente une marge quasi-nulle par rapport à la puissance requise dans les situations de redimensionnement du référentiel « Grands Chauds ». Pour les autres diesels des sites de bord de mer, l'IRSN considère que les éléments techniques produits par EDF ne montrent pas l'existence de marges suffisantes.

Enfin, pour les autres réacteurs du palier 1300 MWe, qui intégreront la modification « amélioration du refroidissement LHP/LHQ », EDF devra justifier, en tenant compte des enseignements de la présente instruction, de la suffisance de cette modification en terme notamment de marge entre la puissance disponible et la puissance requise de chaque diesel .

**L'ensemble de ces points font l'objet de la recommandation n° 3 en annexe 1.**

Pour le Directeur général et par délégation,

Franck BIGOT

Adjoint au directeur de l'expertise de sûreté

Annexe n° 1 à l'Avis IRSN/2017-00337 du 26 octobre 2017

Recommandations

**Recommandation n° 1 :**

Pour les situations de « Grands Chauds » de redimensionnement, lorsque le réacteur est en fonctionnement normal en production, l'IRSN recommande, pour les réacteurs de 1300 MWe du site de Flamanville, qu'EDF démontre que l'évolution à la hausse de la température de l'eau en sortie des groupes froids du système DEG pour une température RRI de 35°C ne conduit pas à dépasser les températures limites acceptables par les équipements présents dans les locaux conditionnés par des utilisateurs du DEG. Dans le cadre de cette démonstration, EDF devra prendre en compte l'impact des incertitudes associées au code de calcul ThBAT sur l'estimation des puissances appelées par les utilisateurs du DEG ainsi que la valeur d'hygrométrie maximale observée en exploitation sur ce site.

**Recommandation n° 2 :**

L'IRSN recommande que, pour l'ensemble des réacteurs en exploitation, EDF mette en œuvre d'ici un an, au titre du chapitre IX des RGE, une surveillance de l'encrassement des échangeurs eau BT/huile nécessaires au refroidissement du moteur des diesel afin de garantir le respect en exploitation de l'hypothèse d'encrassement valorisée dans l'évaluation de la puissance disponible des diesels.

**Recommandation n° 3 :**

Dans le cadre des troisièmes visites décennales des réacteurs de 1300 MWe, l'IRSN recommande qu'EDF mette en œuvre des modifications permettant de disposer, pour les diesels des sites de Flamanville, Paluel et Penly, d'une marge suffisante entre la puissance disponible de ces diesels et la puissance requise dans les situations de redimensionnement du référentiel « Grands Chauds ».

De manière plus générale, dans le cadre de la démonstration de la suffisance des modifications qui seront apportées aux autres diesels des réacteurs de 1300 MWe lors de leurs troisièmes visites décennales pour faire face aux situations du référentiel « Grands Chauds », l'IRSN estime qu'EDF devra justifier que ces modifications permettent de dégager des marges suffisantes entre la puissance disponible et la puissance requise de chaque diesel.

Annexe n° 2 à l'Avis IRSN/2017-00337 du 26 octobre 2017

Observations

Observation n° 1 :

EDF s'engage à faire évoluer, avant mi-2018, le rapport de sûreté du palier 1300 MWe afin d'y indiquer que sur les sites de bord de mer la température RRI en sortie des échangeurs RRI/SEC doit être limitée à 35°C en fonctionnement normal.

Observation n° 2 :

EDF s'engage à prescrire, à l'échéance du lot B de la VD3 1300, la mise en position sûre de l'assemblage combustible en cours de manutention lorsque la température dans le hall BK atteint 35°C, dans toutes les phases définies dans la RPC « Grands Chauds ».

Observation n° 3 :

EDF s'engage à faire évoluer le rapport de sûreté du palier 1300 MWe, avant mi-2018, afin de tenir compte de la modification « Remplacement des groupes froids DEL du palier 1300 hors Paluel ».

Observation n° 4 :

Sur les réacteurs du palier P4, EDF s'engage à évaluer avant mi-2018, pour les situations de MDTE survenant en situation de « Grands Chauds », l'impact des positions possibles prises par les vannes de régulation des batteries froides du système DVC sur les températures atteintes dans les locaux qu'il conditionne.