

**Référence courrier :**  
CODEP-DCN-2023-009705

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

Montrouge, le 10 mars 2023

**Objet :** Réacteurs électronucléaires d'EDF de 1300 MWe

Instructions anticipées portant sur les méthodes proposées par EDF pour évaluer les risques d'explosion interne, liés à l'environnement industriels et les risques aériens dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe

Monsieur le Directeur,

Dans le cadre de la phase générique du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, vous avez transmis des notes méthodologiques pour l'évaluation des risques liés aux agressions « explosion interne » et « risques aériens ». Ces méthodologies ont fait l'objet d'instructions anticipées par rapport à la réunion du groupe permanent d'expert sur les réacteurs prévue en 2024 et consacrée aux agressions. Vous trouverez dans la suite de ce courrier la position de l'ASN au regard des méthodologies proposées.

#### **A. Méthodologies « explosion interne »**

EDF a fourni en 2021 quatre notes méthodologiques portant sur les risques d'explosion interne liés aux locaux de charge des batteries [3], aux fuites sur singularités des circuits contenant des effluents hydrogénés [4], dans le bâtiment réacteur [5], et à l'intérieur d'équipements contenant des gaz hydrogénés [6].

Ces notes méthodologiques présentent les principes et les objectifs que vous vous fixez pour définir le caractère acceptable des risques liés aux explosions internes, au regard de différentes lignes de défense existantes ou nouvelles qui seraient déployées au titre des modifications du réexamen périodique. Fondées sur celles précédemment établies dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, ces notes ont été complétées par le compte-rendu de la réunion [7] qui présente la



méthodologie retenue pour l'étude des risques d'incendie induit par une explosion. Les notes de déclinaison ont été transmises à la fin de l'année 2022.

L'ASN a saisi l'IRSN pour expertiser ces méthodes, et l'IRSN a rendu le 2 décembre dernier son avis [8] sur les méthodes susmentionnées.

Suite aux échanges qui ont eu lieu au cours de l'année 2022 entre l'ASN, l'IRSN et EDF et à cette expertise, **l'ASN n'émet pas d'objections à l'utilisation des méthodes susmentionnées en lien avec l'explosion interne dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe.** La déclinaison de ces méthodologies sera réalisée par des notes d'études qui seront expertisées dans le cadre de la réunion du groupe permanent d'experts pour les réacteurs consacrée aux agressions projetée en juin 2024.

Cependant, plusieurs points d'attention sont cependant apparus, et font l'objet des paragraphes suivants.

Dans le courrier ASN sur les orientations de la phase générique du RP4-1300 [10], l'ASN demandait (demande n°47) notamment d'intégrer à ce réexamen la prise en compte des conséquences d'une explosion à la suite d'une fuite de dihydrogène hors singularités ainsi que l'examen nécessaire des risques d'inversion de transfert liés à une perturbation des flux d'air.

Concernant les explosions consécutives à une fuite sur une tuyauterie de gaz hydrogénés en dehors singularité démontable, EDF a indiqué vouloir étudier ces fuites hors singularités dans des études de robustesse, c'est-à-dire hors de la démonstration de sûreté.

Or, une explosion survenant après une fuite hors singularité est un événement déclencheur au sens de l'arrêté INB [1]. Ainsi, conformément au Guide de l'ASN n°22 [2], cet événement déclencheur doit être soit « traité », soit « exclu » de la démonstration de sûreté (point n°3.2.1) en le justifiant (point n°3.2.2). Actuellement, le rapport de sûreté des réacteurs de 1300 MWe ne mentionne pas les fuites hors singularités, que ce soit pour traiter ou exclure le risque d'explosion.

**Demande A.1 : L'ASN vous demande d'intégrer dans le rapport de sûreté l'étude du phénomène d'explosion consécutif à une fuite de gaz hydrogéné hors singularité démontable :**

- Soit en étudiant le risque au titre de la démonstration de sûreté ;
- Soit en justifiant l'exclusion de ce risque dans le rapport de sûreté conformément au point n°3.2.2 du Guide 22 de l'ASN [2].

**Pour le palier 1300 MWe, cette intégration se fera à l'occasion du dossier d'amendement concernant le lot A des modifications du quatrième réexamen périodique, et pour les autres paliers selon un échéancier que vous nous fournirez.**



**Dans le cas où vous choisiriez la deuxième option, vous fournirez les études de robustesses conformément à votre engagement [9].**

Concernant les transferts de nuage explosifs par transferts de flux d'air, EDF a mis en place un programme de travail, qui doit aboutir fin 2023 à une méthodologie pour prendre en compte ce phénomène. Compte tenu des délais de développement et de déclinaison de cette méthodologie, EDF considère qu'elle ne pourra pas être mise en œuvre dans le cadre du RP4-1300.

**L'ASN comprend que compte tenu des délais et de l'ampleur des études concernées, les études explosion du RP4-1300 ne puissent pas intégrer les transferts liés à des perturbations de flux d'air.**

**Demande A.2 : L'ASN vous demande de prendre en compte les transferts liés à des perturbations de flux d'air dans les études explosions pour la phase générique des prochains réexamens des réacteurs. Vous veillerez à intégrer ce point dans la revue de corps d'hypothèse pour le troisième réexamen périodique des réacteurs de 1 450 MWe.**

## **B. Environnement industriel et voies de communication**

### ***B.1. Effets thermiques***

Dans son courrier [13], l'ASN a demandé à EDF (cf. demande B.1.4.b), pour la prochaine phase générique des réexamens périodiques des réacteurs, pour les risques associés à l'environnement industriel et aux voies de communication, « *de définir et justifier un seuil de flux thermique vis-à-vis du risque de dysfonctionnement de matériels* ».

L'ASN estime que, pour une étude d'agression, les seuils de découplage retenus pour l'appréciation des effets de l'agression doivent être cohérents avec la vulnérabilité des cibles de sûreté à préserver. En effet, une agression thermique externe peut induire le dysfonctionnement des équipements à des flux thermiques inférieurs à  $8 \text{ kW/m}^2$  retenu par EDF.

Par conséquent, l'ASN estime que la justification du seuil des effets thermiques retenu de  $8 \text{ kW/m}^2$  n'est pas suffisante pour exclure sous ce seuil des dysfonctionnements de matériels nécessaires à l'accomplissement des fonctions de sûreté.

EDF a transmis une étude de sensibilité pour les réacteurs de 1300 MWe montrant que le flux de  $3 \text{ kW/m}^2$  n'atteint pas des cibles de sûreté pour ces réacteurs. Cependant, cette étude n'aborde pas la sensibilité des matériels à un seuil d'effets thermique de  $3 \text{ kW/m}^2$ .

**Demande B.1 : L'ASN vous demande, de retenir le critère de flux thermique de  $3 \text{ kW/m}^2$  dans les études relatives à l'environnement industriel et aux voies de communication.**

## **C. Risques aériens**

### ***C.1. Méthodologie d'évaluation du risque aérien***

A l'occasion de la phase générique des quatrièmes réexamens périodiques des réacteurs de 900 MWe, EDF s'était engagé à revoir le calcul de la probabilité de chute d'un vol local (vol dont le décollage et l'atterrissage se font sur le même aéroport). La pondération de la superficie à prendre en compte dans les calculs doit être cohérente avec le trafic de ces vols selon la distance d'éloignement à leur aéroport. La cohérence n'est pas démontrée dans les nouveaux éléments apportés par EDF. Toutefois, les contres-calculs réalisés par l'IRSN donnent des résultats similaires. **Aussi, l'ASN estime que l'appréciation des risques ou inconvénients que l'installation présente pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 est satisfaisante pour le quatrième réexamen des réacteurs de 1300 MWe.** Toutefois, la méthode doit encore être affinée. En effet, la nouvelle méthode d'EDF permet une meilleure précision que la version précédente, mais considère encore que la probabilité surfacique de chute d'un avion est uniforme dans la couronne autour d'un aéroport délimitée par un rayon passant en bordure du CNPE et 40 km, alors que la part des vols locaux décroît rapidement en fonction de la distance à l'aéroport.

**Demande C.1.a : L'ASN vous demande pour la phase générique des prochains réexamens de sûreté des réacteurs de mieux pondérer la zone d'étude située entre 5 et 40 km d'un aéroport en cohérence avec le trafic des vols locaux selon la distance d'éloignement à leur aéroport.**

L'IRSN signale que la méthodologie relative au risque aérien ne prend pas en compte les risques liés aux hélicoptères. L'ASN note que cette notion n'existe pas dans le référentiel de la règle fondamentale de sûreté RFS I.2.a relative à la prise en compte des risques liés aux chutes d'avions. L'ASN considère que les mesures prises en ce qui concerne les hélicoptères soumis à autorisation de survol ne sont pas à considérer puisque ces autorisations et les éventuelles mesures compensatoires associées peuvent permettre de gérer la situation transitoire. Par ailleurs, le niveau de risque aérien présente une marge.

**Aussi, l'ASN n'estime pas nécessaire pour ce réexamen de prendre en compte les hélicoptères dans la détermination des risques aériens en lien avec la règle fondamentale de sûreté I.2.a. L'implication de ces aéronefs devra toutefois être réévaluée lors de chacune des phases génériques des prochains réexamens des réacteurs.**



**Demande C.1.b : L'ASN vous demande pour la phase générique des prochains réexamens de sûreté de mettre à jour l'évaluation de l'impact des hélicoptères et son implication dans l'évaluation globale des risques aériens.**

### ***C.2. Actualisation des paramètres d'accidentologie et de trafic aérien***

EDF a actualisé les données relatives au trafic aérien. L'IRSN estime que les données utilisées ne sont pas exhaustives. Toutefois, il considère que les valeurs retenues par EDF sont acceptables.

Cependant, EDF utilisent les données sur dix ans. La dernière actualisation utilise les données de 2010 à 2019. Du fait du faible nombre d'accidents d'avions commerciaux ou militaires, certains paramètres ont des valeurs nulles dans les calculs. Les valeurs nulles ne permettent pas d'avoir une bonne estimation probabiliste. Par ailleurs, les centrales ont une durée de plus de 40 ans et EDF dispose des données des années précédentes pour effectuer les calculs. Aussi, l'ASN estime qu'EDF devrait augmenter la période d'analyse des données statistiques sur la base desquelles il détermine les probabilités.

Les calculs de probabilité pourront idéalement être réalisés avec l'ensemble des données statistiques déjà disponibles pour les périodes précédentes dès lors qu'elles restent cohérentes. Ces modalités de calcul seront aussi bien utilisées pour l'aviation commerciale, l'aviation militaire, que pour l'aviation générale.

**Demande C.2 : l'ASN vous demande pour la phase générique des prochains réexamens périodiques des réacteurs de faire les calculs de probabilité de chute d'avions sur une période minimale de trente ans, sauf contrainte particulière dûment justifiée, pour toutes les familles d'avions (de l'aviation générale, militaire et commerciale).**

### ***C.3. Cibles de sûreté retenues et calcul des surfaces virtuelles***

La probabilité de chute d'un avion sur une cible de sûreté, est évaluée selon la RFS I.2.a en multipliant la probabilité surfacique de chute d'un avion, obtenue sur la base de statistiques de trafic et d'accidentologie, avec la surface virtuelle de la cible retenue.

Une cible de sûreté, à protéger, correspond à l'ensemble des structures et équipements nécessaires aux trois « fonctions de sûreté » suivantes, définies pour les seuls besoins de la RFS :

- « - arrêt du réacteur et évacuation de la puissance résiduelle ;
- stockage du combustible usé ;
- traitement des effluents radioactifs. »



La règle prévoit que « quand il n'est pas possible d'étudier les conséquences de l'agression sur une portion de « cible », on prend en compte - par conservatisme - le bâtiment qui l'abrite. »

La surface virtuelle correspond à la surface projetée au sol, où selon les trajectoires possibles des avions, les effets d'une chute d'avion endommageraient la cible. Cela tient compte des angles d'incidence et de l'envergure des avions.

Par courrier [11], l'ASN a fait les demandes suivantes :

*Demande n° 3 : « L'ASN vous demande, dans le cadre des prochains réexamens de sûreté, de réaliser une analyse des différents phénomènes d'agression des cibles de sûreté par les effets indirects de la chute d'un avion autres que l'impact et de justifier la manière dont ces agressions sont prises en compte, pour chacune des familles d'avions considérées, dans l'évaluation globale du risque de dégagement inacceptable de substances radioactives en cas de chute accidentelle d'un avion. »*

*Demande n° 4 : « L'ASN vous demande, dans le cadre des prochains réexamens de sûreté :*

- soit de retenir la bâche PTR comme cible de sûreté pour l'évaluation du risque associé aux fonctions F1 ou F2 dans l'application de la RFS I.2.a pour l'ensemble des familles d'avions ;*
- soit de démontrer que l'inondation induite par la chute d'un avion sur cette cible ne peut provoquer la perte d'équipements nécessaires à la réalisation de ces fonctions. »*

*Demande n° 5 : « L'ASN vous demande, dans le cadre des prochains réexamens de sûreté, en complément des bâtiments abritant des systèmes nécessaires aux fonctions de sûreté définies dans la RFS I.2.a, de prendre en compte lors de l'évaluation des cibles à retenir en cas de chute d'avion l'ensemble des cibles du site qui sont susceptibles de remettre en cause la réalisation d'une de ces fonctions de sûreté par des agressions indirectes induites (inondation, incendie, explosion, émanation de gaz toxiques, effondrement d'ouvrage ou de structures de génie civil, etc.). »*

La réponse à ces demandes a été transmise par courrier [14]. Toutefois, les informations transmises précédemment par EDF n'ont pas permis à l'IRSN de se prononcer sur l'exhaustivité des cibles retenues. L'ASN considère qu'il convient de vérifier l'absence de cibles dans les bâtiments non retenus au titre des fonctions de sûreté, mais qui auraient des dépendances fonctionnelles avec les systèmes de sauvegarde retenus comme cibles et les circuits auxiliaires.

**Demande C.3-1 : Dans le cadre de la phase générique des prochains réexamens périodiques des réacteurs, je vous demande de prendre en compte et de justifier que tous les circuits nécessaires pour assurer les fonctions de sûreté sont bien pris en compte dans la détermination des surfaces virtuelles. Cela doit tenir compte des effets induits (directs et indirects) par la chute d'avion.**



**A ce titre, vous veillerez à prendre en compte les équipements du noyau dur (notamment le circuit « PTR bis ») contribuant à assurer les fonctions de sûreté définies dans la RFS I.2.a.**

La chute d'un aéronef sur le BAN<sup>1</sup> B du palier P4 peut conduire à un APRP<sup>2</sup> par by-pass de l'enceinte de confinement compte tenu des circuits connectés au circuit primaire présents dans ce bâtiment (en particulier le circuit RCV<sup>3</sup>).

**Demande C.3-2 : Dans le cadre du RP4 1300, vous prendrez en compte les circuits connectés au circuit primaire, présents dans le BAN B du palier P4, pour déterminer les surfaces virtuelles relatives à l'étude du risque aérien.**

Signé par le chef du BARS

**Yves GUANNEL**

---

<sup>1</sup> Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires

<sup>2</sup> Accident de Perte de Réfrigérant Primaire

<sup>3</sup> Système de contrôle chimique et volumétrique

## ANNEXE

### Références :

- [1] Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base
- [2] Guide de l'ASN n°22 – Conception des réacteurs à eau sous pression
- [3] Note D305920006391 [A] du 7 décembre 2020 relative à l'étude des risques d'explosion associés au dégagement d'hydrogène des locaux batteries de l'îlot nucléaire
- [4] Note D305920004668 [A] du 7 décembre 2020 concernant les fuites issues des singularités sur les circuits pouvant contenir des effluents hydrogénés gazeux dans l'îlot nucléaire (hors BR) hors palier EPR
- [5] Note D305920006392 [A] du 8 décembre 2020 relative à la méthodologie d'analyse des risques d'explosion interne dans le bâtiment réacteur
- [6] Note D305919005258 [B] du 27 novembre 2020 relative à la méthodologie d'analyse du risque d'explosion interne aux circuits de l'îlot nucléaire
- [7] Compte-rendu de réunion EDF D455621029640 de la réunion du 18 février 2022 portant sur la méthode relative aux incendies induits par une explosion
- [8] Avis IRSN n°2022-00224 du 2 décembre 2022
- [9] Courrier EDF D455622092063 du 26 octobre 2022 RP4 1300 — Positions/Actions relatives à l'expertise anticipée des méthodes d'analyse des risques liés à l'explosion d'origine interne
- [10] Courrier ASN CODEP-DCN-2019-009228 du 11 décembre 2019 relative aux orientations de la phase générique du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe d'EDF (RP4-1300)
- [11] Courrier ASN CODEP-DCN-2021-007988 du 4 mars 2021 relatif à la position de l'ASN sur la phase générique du quatrième réexamen périodique – demande complémentaires à la décision n° 2021-DC-0706 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 23 février 2021
- [12] Courrier ASN CODEP-DCN-2015-000258 du 6 janvier 2015 relatif aux réacteurs électronucléaires d'EDF – réexamen de sûreté associé à troisième visite décennale des réacteurs (VD3 1300) – Agressions externes associées aux risques aériens
- [13] Courrier EDF D455622106551 du 27 décembre 2022 relatif à RP4 1300, P/A Instruction anticipée AGR17 Risque aérien et AGR07 Risques industriels
- [14] Courrier EDF D455622105426 du 22 décembre 2022 relatif à RP4 1300 - Envoi des livrables Agression RP4 1300 (AGR04, AGR06, AGR07 et AGR17)