



Fontenay-aux-Roses, le 16 avril 2024

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2024-00057

Objet : Quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe du CNPE du Tricastin.
Expertise de la réévaluation des risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication (hors chute d'aéronef).

Réf. : [1] Avis IRSN n° 2021-00205 du 15 décembre 2021.
[2] Avis IRSN n° 2023-00032 du 27 février 2023.
[3] Saisine ASN CODEP-DCN-2023-037316 du 28 août 2023.
[4] Lettre ASN CODEP-DCN-2021-007988 du 4 mars 2021.
[5] Lettre ASN CODEP-DCN-034392 du 23 juillet 2021.
[6] Avis IRSN n° 2022-00229 du 9 décembre 2022.
[7] Lettre ASN CODEP-DCN-2023-009705 du 10 mars 2023.
[8] Avis IRSN n° 2018-00069 du 14 mars 2018.

Dans le cadre du quatrième réexamen périodique (RP4) des réacteurs n° 1 et n° 2 du centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) du Tricastin, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a formulé pour chacun de ces réacteurs un avis portant sur le rapport de conclusion du réexamen (respectivement en références [1] et [2]). Au regard des éléments présentés par EDF lors des différentes expertises afférentes, l'IRSN n'avait toutefois pas pu se prononcer quant à la prise en compte, par EDF, des risques liés à l'agression « activités industrielles et transport de matières dangereuses par voies de communication » autour du CNPE du Tricastin.

Depuis, EDF a présenté l'étude détaillée qu'il a réalisée, pour cette agression, dans le cadre du RP4 des réacteurs du site du Tricastin.

Dans ce contexte, par la saisine citée en référence [3], l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite un examen, par l'IRSN, de l'étude d'EDF précitée. Conformément à la saisine, l'expertise de l'IRSN, dont les conclusions sont présentées ci-après, a été menée en tenant compte des demandes émises par l'ASN dans les courriers en références [4] et [5], relatives à la méthodologie générique utilisée par EDF pour l'analyse de cette agression.

1. MÉTHODE D'ANALYSE

L'étude d'EDF décline, pour le CNPE du Tricastin, la méthodologie générique d'EDF mise en œuvre pour la prise en compte de l'agression « activités industrielles et transport de matières dangereuses par voies de communication » dans le cadre du RP4 des réacteurs de 900 MWe (RP4 900). Cette étude vise à démontrer le

respect des objectifs de sûreté définis dans la règle fondamentale de sûreté (RFS) I.2.d relative à la prise en compte des risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication, pour la conception des installations nucléaires de production d'énergie électrique comportant un réacteur à eau sous pression.

Pour ce faire, EDF effectue tout d'abord un recensement des potentiels de dangers présents dans l'environnement du CNPE du Tricastin, pour chacune des trois familles de sources d'agression définies dans la RFS précitée, à savoir : les installations industrielles, les canalisations de transport de matières dangereuses et les voies de communication (routières, ferroviaires et fluviales). Sur ce point, l'IRSN relève que, à l'exception des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) soumises à autorisation avec servitudes d'utilité publique et des installations nucléaires de base (INB) situées hors du périmètre du CNPE, les périmètres de recensement des potentiels de dangers retenus par EDF ne prennent pas en compte la demande de l'ASN [4] de recenser les potentiels de dangers sur un rayon de 10 km autour du CNPE. **L'application de cette demande étant attendue par l'ASN au plus tard cinq ans après la remise du rapport de conclusion du réexamen, il appartiendra à EDF de compléter son étude à l'échéance fixée.**

EDF procède ensuite à l'étude déterministe des scénarios d'accidents liés aux potentiels de dangers qu'il a identifiés. Dans ce cadre, il définit des seuils d'effets au-delà desquels le CNPE est considéré comme affecté par le phénomène dangereux étudié :

- pour les effets thermiques, un flux de 8 kW/m² ;
- pour les effets de surpression, une onde de choc d'une amplitude de 50 mbar et d'une durée de 300 ms ;
- pour les effets toxiques, le seuil des effets irréversibles (SEI)¹ défini dans la réglementation des ICPE ou, lorsque cette grandeur n'est pas définie en France pour un produit donné, une dose en salle de commande correspondant au seuil IDLH², pour une durée d'exposition de 30 minutes.

Les seuils retenus pour les effets thermiques et toxiques ont été examinés par l'IRSN dans le cadre de l'avis en référence [6]. Aussi, pour ce qui concerne les effets thermiques, l'ASN [7] a demandé à EDF de retenir un seuil de découplage de 3 kW/m² lors des prochains réexamens périodiques de ses réacteurs. Cette demande ne s'applique donc pas au RP4 900. Pour ce qui concerne le seuil retenu pour l'appréciation des effets toxiques, l'IRSN considérait que le SEI et l'IDLH ne sont, par leur définition, pas adaptés pour justifier la capacité des opérateurs en salle de commande à réaliser les actions permettant le retour et le maintien à l'état sûr de l'installation en cas de présence d'un nuage toxique. En effet, un nuage toxique à une concentration inférieure à ces seuils pourrait être à l'origine d'effets incapacitants sur le personnel (irritation oculaire ou respiratoire par exemple). Néanmoins, dans le cadre de la présente expertise, EDF a présenté les dispositions prévues sur le CNPE du Tricastin pour faire face à l'arrivée d'un nuage toxique. Il s'agit en particulier d'équipements de protection individuels et collectifs des personnes en charge des actions importantes pour la sûreté au sein du site.

Dans ce contexte, l'IRSN estime que l'utilisation du SEI est acceptable. Il appartient toutefois à EDF de s'assurer que les moyens d'alerte dont il dispose (convention d'alerte, détections, alarme en salle de commande...) lui permettent de mettre en œuvre les dispositions de protection prévues dans des délais adaptés.

La démarche d'EDF comprend ensuite une étude probabiliste des scénarios d'accidents susceptibles d'affecter le CNPE au terme de l'étude déterministe.

¹ SEI : Seuil des effets irréversibles, délimitant la zone des dangers significatifs pour la vie humaine, au titre de l'Arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation.

² IDLH - Immediately Dangerous to Life or Health : concentration maximale dans l'air jusqu'à laquelle un travailleur peut être exposé, pendant une durée d'exposition donnée, sans risquer de mourir, de ressentir des effets irréversibles sur la santé ou d'autres effets délétères le rendant incapable de s'extraire de l'atmosphère dangereuse.

À cet égard, la RFS I.2.d fixe pour objectif que l'ordre de grandeur de la probabilité limite pour accepter l'éventualité d'un dégagement inacceptable de substances radioactives à la limite du site est de $10^{-6}/(\text{an} \times \text{tranche})$, pour l'ensemble des sources d'agression et pour chacune des fonctions de sûreté suivantes :

- l'arrêt du réacteur et l'évacuation de la puissance résiduelle ;
- le stockage du combustible usé ;
- le traitement des effluents radioactifs.

Pour tenir compte de la sommation des probabilités d'accidents d'origines différentes aux conséquences analogues, la RFS I.2.d fixe, pour chaque famille de sources d'agressions considérée et pour chacune des fonctions de sûreté, l'ordre de grandeur limite de la probabilité d'occurrence de l'événement à $10^{-7}/(\text{an} \times \text{tranche})$.

Toujours selon cette RFS, la probabilité P de dégagement inacceptable de substances radioactives est évaluée par le produit des probabilités P_1 , P_2 et P_3 suivantes :

- P_1 est la probabilité d'occurrence de l'agression des cibles ;
- P_2 est la probabilité conditionnelle de perdre au moins une fonction de sûreté sachant qu'une agression a eu lieu ;
- P_3 est la probabilité conditionnelle que la perte de la cible conduise à un dégagement inacceptable de substances radioactives à la limite du site.

De façon conservatrice, EDF considère dans son étude que $P = P_1$ (soit $P_2=P_3=1$) hormis pour les risques toxiques pour lesquels EDF retient $P_{2\text{tox}} = 10^{-2}$. La pertinence de cette valeur ayant été questionnée par l'IRSN, notamment dans le cadre de l'examen des études relatives aux agressions internes et externes pour le RP4 900, EDF a apporté des compléments dans le cadre de la présente expertise. **Aussi, l'IRSN estime que la valeur retenue par EDF pour le paramètre $P_{2\text{tox}}$ est acceptable.**

2. RISQUES LIÉS AUX INSTALLATIONS INDUSTRIELLES

Les installations industrielles prises en compte par EDF sont les ICPE situées à proximité du CNPE du Tricastin. L'analyse par EDF des risques liés à ces installations consiste en l'exploitation de leurs études de dangers (EDD), ce qui ne permet pas, en soi, de démontrer l'acceptabilité de ces risques au regard des exigences de sûreté d'un CNPE, étant entendu que les règles d'études d'une EDD sont différentes de celles de la démonstration de sûreté d'une installation nucléaire. De ce fait, EDF ne répond pas à la demande de l'ASN [5] d'évaluer les hypothèses et scénarios des EDD notamment des ICPE présentes à proximité des CNPE au regard des attendus de la démonstration de sûreté des réacteurs.

Au cours de la présente expertise, EDF a indiqué que les études complémentaires visant à répondre à cette demande seront réalisées dans le cadre de la mise à jour de l'étude répondant à la prescription technique PT ECS 14³. **Aussi, dans l'attente des compléments annoncés par EDF dans le cadre de la prescription PT ECS 14, l'IRSN considère que l'acceptabilité des risques liés aux installations industrielles fixes présentes dans l'environnement du CNPE du Tricastin n'est pas totalement démontrée.**

³ « L'exploitant complète ses études actuelles par la prise en compte du risque créé par les activités situées à proximité de ses installations, dans les situations extrêmes étudiées dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté, et en relation avec les exploitants voisins responsables de ces activités (installations nucléaires, installations classées pour la protection de l'environnement ou autres installations susceptibles de présenter un danger). »

3. RISQUES LIÉS AUX CANALISATIONS DE TRANSPORT DE MATIÈRES DANGEREUSES

Les canalisations de transport de matières dangereuses identifiées par EDF autour du CNPE du Tricastin sont principalement des canalisations qui transportent du gaz naturel, de l'oxygène ou de l'azote. D'après EDF, aucune de ces canalisations n'est susceptible de présenter un risque pour le CNPE du Tricastin.

Compte tenu de l'éloignement de ces canalisations, ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.

4. RISQUES LIÉS AUX VOIES DE COMMUNICATION

4.1. POTENTIELS DE DANGERS PRIS EN COMPTE

EDF a identifié les matières dangereuses (inflammables, explosives ou toxiques) transportées sur les voies routières, ferroviaires autour du CNPE du Tricastin ainsi que sur la voie fluviale longeant le CNPE (canal de Donzère-Mondragon).

Toutefois, EDF n'a pas pris en compte les transports de matières dangereuses sur la route départementale RD459 qui longe le CNPE du Tricastin ainsi que sur la voie ferrée qui dessert le site Orano du Tricastin.

Au cours de la présente expertise, EDF a présenté une analyse des risques liés aux transports de produits toxiques (acide fluorhydrique) sur les deux voies de transport précitées, ainsi qu'une analyse des risques liés aux transports de produits inflammables (hydrogène et gazole) sur la route départementale RD459.

EDF a tout d'abord montré que la prise en compte des risques liés aux transports de produits toxiques sur les deux voies de transport précitées ne remet pas en cause les conclusions de son étude initiale. **Ceci n'appelle pas de commentaire de la part de l'IRSN.**

Pour ce qui concerne les risques liés aux matières inflammables transportées sur la route départementale RD459, EDF considère que la dérive d'un nuage inflammable d'hydrogène vers le CNPE, qui pourrait résulter d'un accident du transport de ce produit, n'est pas envisageable. EDF retient donc un risque d'explosion sur place (c'est-à-dire ne résultant pas de la dérive d'un nuage inflammable), assimilé à un BLEVE⁴ d'une capacité de transport de GPL⁵ et conclut que le risque peut être exclu, les effets d'une telle explosion n'affectant pas le CNPE.

L'IRSN considère que l'exclusion d'un scénario d'explosion d'un nuage d'hydrogène lié à un transport de ce gaz n'est pas satisfaisante. En effet, un transport d'hydrogène sous forme gazeuse peut être à l'origine d'une fuite de gaz susceptible de former un nuage explosible. En revanche, un tel transport ne peut pas être à l'origine d'un BLEVE, ce phénomène étant lié à des produits transportés sous forme liquide. **Ceci fait l'objet de la recommandation n° 1 présentée en annexe.**

Enfin, EDF s'est engagé à prendre en compte le trafic de matières dangereuses sur la route départementale RD459 ainsi que sur la voie ferrée desservant le site Orano du Tricastin dans les études de risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication pour le cinquième réexamen périodique des réacteurs du CNPE du Tricastin. **Ceci est satisfaisant.**

⁴ BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) : vaporisation violente à caractère explosif d'un liquide.

⁵ GPL : Gaz de Pétrole Liquéfié.

4.2. ÉTUDE DÉTERMINISTE DES RISQUES LIÉS AUX VOIES DE COMMUNICATION

Étude déterministe des risques toxiques

EDF n'ayant identifié aucun transport de matières toxiques sur la voie fluviale, l'étude déterministe d'EDF des risques toxiques porte sur des scénarios d'accidents impliquant un wagon-citerne ou un camion-citerne, conduisant à la formation d'un nuage toxique dérivant. À l'issue de son examen, l'IRSN constate que :

- la surface de brèche retenue par EDF pour les scénarios de petite brèche sur un camion-citerne est inférieure à celle définie dans sa méthodologie générique ;
- pour certains produits, EDF retient les valeurs IDLH pour caractériser leur toxicité, alors que la réglementation française fixe des valeurs correspondantes.

L'IRSN mentionne en outre que la distance d'effet retenue par EDF, dans le cas d'un accident de transport de chlore, lui apparaît sous-estimée.

D'une manière générale, l'IRSN estime que la pertinence des distances d'effets déterminées par EDF pour les scénarios d'accidents de rejets toxiques liés aux voies de communication n'est pas suffisamment justifiée.

Étude déterministe des risques thermiques

Concernant les risques thermiques liés aux voies de communication, EDF a étudié des scénarios d'incendie consécutifs à un accident de transport de matières inflammables sur les voies routières, ferroviaires et la voie fluviale longeant le CNPE. EDF conclut que ces incendies ne sont pas susceptibles d'agresser le CNPE. **Pour les scénarios étudiés par EDF, cette conclusion est acceptable.** Toutefois, EDF exclut certains scénarios physiquement possibles, ce qui n'est pas conforme à sa propre méthodologie. C'est le cas d'un feu d'hydrocarbure épandu sur l'eau du Rhône, lié à un écoulement de liquide enflammé hors d'une péniche accidentée, et d'un BLEVE d'une citerne de transport fluvial de matières sujettes à un tel phénomène. **D'après l'analyse menée par l'IRSN, ceci conduit EDF à sous-estimer le risque d'agression du CNPE.**

Étude déterministe des risques d'explosion

Pour ce qui concerne les scénarios d'explosion de citernes fluviales mal dégazées, l'IRSN souligne qu'EDF ne prend pas en compte les conditions de température et de pression régnant dans les citernes au moment de l'explosion. **Ceci a déjà été souligné par l'IRSN dans le cadre de son avis en référence [8] relatif au réacteur n° 1 du CNPE de Cruas.**

En outre, EDF n'a pas évalué les effets de souffle résultant d'un BLEVE d'une citerne fluviale, alors que des citernes transportant des produits sujets à ce phénomène transitent sur le canal de Donzère-Mondragon. **D'après l'analyse menée par l'IRSN, ceci conduit également à sous-estimer le risque d'agression du CNPE.**

Par ailleurs, pour l'évaluation des conséquences de l'explosion d'engrais solides à base de nitrates d'ammonium (ammonitrates) transportés par voie fluviale, EDF, en se référant aux hypothèses génériques de sa note méthodologique, a étudié la détonation d'un conteneur de 27 tonnes d'engrais transporté sur le fleuve, sans justifier que cette hypothèse est pertinente au regard des quantités emportées par les péniches transportant ce produit sur le canal de Donzère-Mondragon. Or, d'après les informations à disposition de l'IRSN, ces péniches peuvent transporter des quantités largement supérieures à la masse retenue par EDF. **Aussi, l'IRSN considère que l'hypothèse d'EDF sur ce point le conduit à sous-estimer de manière significative les distances d'effets en cas d'accident d'un tel transport.**

Enfin, pour l'explosion de nuages de gaz inflammables dérivants (UVCE⁶), EDF a étudié différents scénarios d'explosion. Toutefois, les informations fournies par EDF au cours de l'expertise n'ont pas été suffisantes pour que l'IRSN puisse se prononcer, sur le caractère enveloppe des distances d'effets correspondantes évaluées par EDF.

4.3. ÉTUDE PROBABILISTE DES RISQUES LIÉS AUX VOIES DE COMMUNICATION

Les calculs probabilistes menés par EDF le conduisent à conclure que le principal risque provenant des voies de communication est associé aux explosions qui pourraient s'y produire.

L'IRSN est en accord avec ce constat, de même qu'avec le constat que les risques toxiques et thermiques sont acceptables eu égard aux probabilités calculées de conséquences inacceptables induites par ces risques au regard des valeurs figurant dans la RFS 1.2.d, et ce malgré les réserves de l'IRSN exprimées supra concernant l'étude déterministe de ces risques.

Concernant les risques d'explosion, bien que la probabilité calculée de conséquences inacceptables dépasse la valeur de $10^{-7}/(\text{an} \times \text{tranche})$ figurant dans la RFS 1.2.d, EDF considère la valeur acceptable, la probabilité n'étant pas sensiblement supérieure à la valeur qui avait été calculée dans le cadre du RP3 900. EDF met également en avant les conservatismes de la méthode ($P2=P3=1$).

Si ces commentaires peuvent être jugés pertinents au regard des conclusions de l'étude d'EDF pour les scénarios étudiés, l'IRSN rappelle que la probabilité calculée par EDF ne prend pas en compte les risques d'explosion liés aux transports de matières dangereuses sur la route départementale RD459, ce qui a amené l'IRSN à formuler la recommandation n° 1 présentée en annexe au présent avis dont la prise en compte pourrait conduire à augmenter cette probabilité.

Par ailleurs, consécutivement aux remarques formulées dans le paragraphe 4.2 du présent avis sur les études déterministes, l'IRSN considère qu'une évaluation probabiliste du risque de BLEVE des cuves de transport de GPL sur le canal de Donzère-Mondragon (du point de vue des effets de souffle pouvant en résulter) est à mener, de même qu'une réévaluation des risques liés à une détonation d'ammonitrates également transportés sur ce canal. **Ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation n° 2 présentée en annexe.**

Comme déjà mentionné supra, l'IRSN convient que l'approche probabiliste d'EDF comporte des marges. Il appartiendra toutefois à EDF d'évaluer la suffisance de ces marges au regard des recommandations formulées dans le présent avis et de montrer, plus globalement, que leur explicitation permet de retrouver, pour les risques d'explosion, l'ordre de grandeur de la probabilité mentionné dans la RFS 1.2.d pour accepter l'éventualité d'un dégagement inacceptable de substances radioactives à la limite du site.

5. CONCLUSION

Au terme de son évaluation de l'étude des risques liés à l'agression « activités industrielles et transport de matières dangereuses par voies de communication », réalisée dans le cadre du RP4 des réacteurs du CNPE du Tricastin, l'IRSN estime que l'analyse des risques liés aux canalisations de transport de matières dangereuses présentes dans l'environnement du CNPE du Tricastin est satisfaisante.

En revanche, l'évaluation des risques liés aux installations industrielles présentes à proximité du CNPE du Tricastin reste à compléter par EDF. EDF prévoit d'apporter les éléments attendus dans le cadre de la mise à jour à venir de la note d'étude établie en réponse à la prescription PT ECS 14 pour le CNPE du Tricastin.

⁶ UVCE (Unconfined Vapor Cloud Explosion) : explosion d'un nuage de gaz en milieu non confiné.

Enfin, pour les risques liés au transport de matières dangereuses par voies de communication à proximité du CNPE du Tricastin, l'IRSN estime que l'acceptabilité du risque mérite d'être étayée, au travers notamment des recommandations présentées dans l'annexe au présent avis.

IRSN
Le Directeur général
Par délégation
Frédérique PICHEREAU
Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE À L'AVIS IRSN N° 2024-00057 DU 16 AVRIL 2024

Recommandations de l'IRSN

Recommandation n° 1

L'IRSN recommande que, dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs du CNPE du Tricastin, EDF complète l'étude des risques liés aux voies de communication en tenant compte d'une explosion d'un nuage d'hydrogène à la suite d'un accident de transport de ce gaz sur la route départementale RD459.

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande que, dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs du CNPE du Tricastin, EDF révise l'évaluation des risques associés au transport fluvial de matières dangereuses en prenant en compte le risque de BLEVE des citernes transitant sur le canal de Donzère-Mondragon et en s'appuyant sur des données de trafic étayées pour apprécier le risque d'explosion d'engrais solides à base de nitrates d'ammonium.