

Fontenay-aux-Roses, le 14 mai 2019

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2019-00101

Objet : Nouvelle méthode d'évaluation des conséquences radiologiques des rejets atmosphériques accidentels

Réf. [1] Lettre ASN CODEP-DCN-2018-045179 du 12 septembre 2018.
[2] Arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base
[3] Décision ASN n° 2015-DC-0532 du 17 novembre 2015

Conformément à la saisine de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a examiné la nouvelle méthode d'Électricité de France (EDF) pour l'évaluation des conséquences radiologiques des accidents à partir des rejets en dehors de l'installation.

En effet, l'article 3.7.1 de l'arrêté [2] fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base (arrêté INB) stipule que « *La démonstration de sûreté nucléaire comporte une évaluation des conséquences potentielles, radiologiques ou non, des incidents ou accidents envisagés. Cette évaluation comporte, pour chaque scénario [...]*

- *une estimation des doses efficaces [...] auxquelles les personnes et l'environnement sont susceptibles d'être exposés à court, moyen et long termes, en distinguant les différentes classes d'âge lorsque nécessaire, et en considérant les différentes voies de transfert des substances dangereuses ; en cas de rejet de substances radioactives le justifiant, l'estimation inclut les doses équivalentes à la thyroïde ;*

- *une estimation de l'étendue des zones susceptibles d'être affectées ;*
- *pour les incidents ou accidents ayant des conséquences à l'extérieur du site, la cinétique d'évolution des phénomènes dangereux et de propagation de leurs effets ».*

En outre l'article 4.7.1 de la décision de l'ASN relative au rapport de sûreté des installations nucléaires de base (décision RDS) [3] indique que « *Le rapport de sûreté précise notamment [...] pour les incidents ou accidents conduisant à des rejets de substances dangereuses ou*

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

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

radioactives dans l'environnement, les conséquences directes de la phase de rejet, principalement liées aux rejets atmosphériques et aux éventuels rejets directs dans les sols et le milieu aquatique ; pour les accidents conduisant aux rejets radioactifs les plus représentatifs, l'évaluation en fonction du temps : des conséquences liées aux rejets en termes d'activité surfacique et éventuellement de débit de dose ambiant, de la contamination massive des denrées agricoles et, le cas échéant, de la contamination des ressources en eau ».

De manière générale, l'évaluation des conséquences radiologiques des incidents et accidents postulés dans un réacteur nucléaire comporte deux étapes : l'évaluation des rejets hors de l'installation, puis l'évaluation des conséquences radiologiques à partir de ces rejets. Pour la deuxième étape, une nouvelle méthode est mise en œuvre par EDF à partir du réexamen périodique associé aux quatrièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe (RP4 900).

L'ASN sollicite, par la lettre en référence [1], l'avis de l'IRSN sur cette nouvelle méthodologie et en particulier sur son domaine de couverture, sur la modélisation de la dispersion atmosphérique, sur la modélisation des transferts dans la biosphère, sur les méthodes d'évaluation des doses et de la contamination des denrées alimentaires, ainsi que sur le choix des indicateurs retenus par EDF pour présenter les résultats de ses évaluations des conséquences radiologiques dans le cadre du RP4 900. **Une synthèse de l'analyse menée par l'IRSN et des principales conclusions associées est présentée ci-dessous.**

Domaine de couverture de la nouvelle méthodologie

La nouvelle méthodologie d'EDF concerne les évaluations des conséquences radiologiques des rejets atmosphériques, mais pas celles des rejets directs dans les sols et le milieu aquatique (mer et rivière). Cette nouvelle méthodologie doit donc être complétée pour être conforme aux exigences de l'article 4.7.1 de la décision RDS citées ci-avant. À cet égard, EDF a annoncé être en mesure de disposer d'une méthode d'évaluation des conséquences radiologiques des rejets liquides directs en rivière au stade du réexamen périodique associé aux quatrièmes visites décennales des réacteurs de 1300 MWe (RP4 1300), ce que l'IRSN estime satisfaisant. L'IRSN estime qu'EDF devra alors également être en mesure de disposer de méthodes d'évaluation des conséquences radiologiques pour les rejets liquides directs en mer et dans les sols. Enfin, l'IRSN estime qu'EDF devra alors appliquer ces méthodologies à l'ensemble de ses réacteurs en exploitation.

Modélisation de la dispersion atmosphérique

Les conséquences radiologiques des rejets atmosphériques sont déterminées à partir des évolutions des concentrations dans l'air et des dépôts au sol de radionucléides, calculées par des modèles de dispersion atmosphérique. Le modèle de dispersion utilisé par EDF pour ses évaluations des conséquences radiologiques calcule la dispersion pour une condition météorologique fixe unidirectionnelle. Pour prendre en compte la variabilité des situations météorologiques sur les sites nucléaires, EDF a utilisé une approche statistique sur cinq années de météorologie observée sur chaque site, puis déterminé et appliqué un « facteur correctif » pour exploiter les résultats de cette approche statistique lors de l'utilisation du modèle à météorologie « fixe ».

La prise en compte de la variabilité des conditions météorologiques au travers d'une étude statistique, par site et sur cinq années, constitue une amélioration méthodologique apportée par EDF. Toutefois, l'IRSN estime que l'approche statistique devrait être directement utilisée pour calculer les concentrations des radionucléides dans l'espace au cours du temps sans passer par l'application d'un « facteur correctif », peu lisible en termes de méthode et dont la représentativité peut, dans certains cas, être difficile à démontrer. EDF s'est engagé à mettre en œuvre, pour le RP4 1300, une telle approche « statistique directe », ce que l'IRSN estime satisfaisant.

Au sujet de l'approche statistique mise en œuvre en RP4 900, le modèle utilisé exclut les situations de « vent calme ». Selon l'IRSN, ceci conduit à écarter des situations météorologiques de fréquence non négligeable qui sont pénalisantes pour les conséquences radiologiques à proximité de l'INB. EDF s'est engagé à inclure, dans le cadre de la mise en œuvre de sa nouvelle méthodologie lors du RP4 1300, ces situations selon l'état de l'art. L'IRSN estime que l'action d'EDF représentera un progrès.

Enfin, l'IRSN souligne qu'EDF a calibré le facteur correctif utilisé en RP4 900 sur une étude statistique dans un rayon de 2 km et pour une condition météorologique fixe avec une source de rejet située au niveau du sol. Dans d'autres situations (en termes de conditions météorologiques, de distances, de hauteur de rejet), ce facteur correctif pourrait ne pas être représentatif. EDF s'est engagé à compléter au stade du RP4 900 la justification de la représentativité du « facteur correctif » pour certains cas relevés par l'IRSN, ce que l'IRSN estime satisfaisant.

Modélisation des transferts dans la biosphère

Dans sa méthodologie, EDF présente les processus de transfert de la radioactivité dans les compartiments terrestres (le sol, les produits végétaux, les produits d'origine animale) qu'il retient pour évaluer les doses internes et externes hors panache reçues par la population ainsi que la contamination des denrées alimentaires, suite à des rejets accidentels. EDF s'est engagé lors de la mise à jour de sa note méthodologique prévue en 2019, à inclure la description et la justification des hypothèses des modèles et des valeurs de paramètres retenus, pour retranscrire, compte tenu de l'état de l'art, la modélisation des transferts dans la biosphère utilisée pour les évaluations des conséquences radiologiques, ce que l'IRSN estime satisfaisant.

Calculs des doses

Pour évaluer les doses (dose efficace et dose équivalente à la thyroïde) reçues par une population, plusieurs paramètres sont pris en compte : la durée d'exposition, les voies d'exposition et les caractéristiques des populations considérées (les localisations, les classes d'âge, les régimes alimentaires, les débits respiratoires, la répartition du temps entre les activités intérieures et extérieures).

En ce qui concerne les localisations des populations et leurs régimes alimentaires, l'IRSN estime satisfaisante la prise en compte par EDF des spécificités de sites, concernant notamment les caractéristiques des lieux de vie (distance aux premières habitations) et les régimes alimentaires (rations alimentaires et taux d'autoconsommation). Toutefois, la méthodologie appliquée par EDF pour sélectionner les régimes alimentaires à considérer diffère fortement d'un site à l'autre. À cet égard, l'IRSN souligne que la généralisation de l'utilisation d'enquêtes spécifiques aux sites permettrait d'évaluer de manière plus réaliste les conséquences radiologiques.

Par ailleurs, EDF retient six classes d'âge, ce qui constitue une amélioration par rapport à l'ancienne méthodologie d'évaluation des conséquences radiologiques qui ne retenait que deux classes (l'adulte et l'enfant de un an). L'IRSN estime cette évolution satisfaisante.

Les débits respiratoires et les coefficients de dose considérés par EDF n'appellent pas de remarques de la part de l'IRSN.

En ce qui concerne les voies d'exposition, contrairement aux exigences de l'article 3.7 de l'arrêté INB [2] mentionnées plus haut, la nouvelle méthodologie d'EDF ne considère pas la voie « ingestion de denrées

contaminées » pour le calcul de la dose équivalente à la thyroïde quel que soit l'accident postulé et pour le calcul des doses efficaces à court (7 jours) et moyen (1 an) termes pour les accidents graves¹. Sur ce sujet, EDF s'est engagé à se réinterroger, pour le RP4 1300, sur la présentation des doses calculées, en particulier pour ce qui concerne la contribution de la voie ingestion pour les accidents graves et les doses équivalentes à la thyroïde. L'IRSN estime qu'EDF devra préciser son action à l'échéance des orientations du RP4 1300, puis devra décliner cette action à l'ensemble de ses réacteurs en exploitation.

Enfin, EDF considère un facteur de protection de 0,1 dans les habitations pour le calcul de la dose due au dépôt, signifiant qu'une personne située dans une habitation reçoit 10 % du rayonnement gamma du dépôt sur le sol extérieur. Compte tenu de l'impact important de ce paramètre incertain sur les doses évaluées, l'IRSN estime souhaitable qu'EDF renforce la justification de la valeur retenue, par exemple par un état des lieux des constructions autour des sites nucléaires.

Calcul de la contamination des denrées alimentaires

EDF évalue à court terme (7 jours) et à moyen terme (1 an) les activités massiques dans les denrées agricoles (lait, viande, culture maraîchère ou grande culture) et utilise les résultats de ces calculs pour déterminer la distance à partir de laquelle le dépôt résultant du rejet atmosphérique n'induit plus de contamination entraînant un dépassement des Niveaux Maximaux Admissibles (NMA) de commercialisation des denrées alimentaires en vigueur. À cet égard, l'IRSN estime satisfaisant qu'EDF évalue, dans sa nouvelle méthodologie, les distances sur lesquelles les NMA sont dépassés et en présente l'évolution au cours du temps.

Indicateurs pour les conséquences radiologiques pour les études de sûreté déterministes

Un indicateur radiologique est une grandeur calculable, exploitée à des fins de caractérisation des conséquences sur l'environnement ou les personnes, d'une situation de fonctionnement incidentelle ou accidentelle.

De nouveaux indicateurs radiologiques ont été définis par EDF dans le but de répondre aux exigences de la réglementation (arrêté INB [2] et décision RDS [3]). Ces indicateurs sont relatifs à l'impact sur l'homme (dose efficace et dose équivalente à la thyroïde) et sur l'environnement (distance sur laquelle les NMA pour la commercialisation des denrées alimentaires sont dépassés). L'IRSN a analysé la cohérence de l'ensemble de ces indicateurs en intégrant les exigences de l'arrêté INB et constate qu'EDF n'intègre pas dans ses indicateurs la valeur maximale de la distance sur laquelle les NMA sont dépassés entre 1 jour et 7 jours dans les rapports de sûreté pour tous les accidents de dimensionnement, du domaine complémentaire et pour les agressions. EDF s'est engagé à se réinterroger sur la présentation de cet indicateur pour le RP4 1300, ce dont l'IRSN prend note. Par ailleurs, EDF s'est engagé à présenter, pour les accidents du domaine de dimensionnement et du domaine complémentaire, la durée pour laquelle la distance maximale de dépassement des NMA est supérieure à la limite « historique » de site (500 mètres) dans le cadre de la mise en application de la future approche « statistique directe »², ce que l'IRSN estime également satisfaisant.

Pour les accidents graves, contrairement aux exigences de l'article 3.7 de l'arrêté INB [2] mentionnées plus haut, la méthodologie d'EDF ne prévoit pas de présenter d'évaluation de dose à des distances plus proches que 5 km ni d'évaluation des doses efficaces à moyen terme. Pour le RP4 1300, EDF s'est engagé à se réinterroger

¹ Accident pour lequel il y a fusion de tout ou partie du cœur du réacteur

² EDF s'est engagé à mettre en œuvre une approche « statistique directe » dans le cadre du RP4 1300, comme indiqué plus haut au paragraphe sur la modélisation de la dispersion atmosphérique

sur la présentation des doses et en particulier sur la distance de présentation des doses en accidents graves. L'IRSN estime qu'EDF devra préciser son action à l'échéance des orientations du RP4 1300, puis devra décliner son action à l'ensemble de ses réacteurs en exploitation.

Conclusion

Au terme de son analyse et sous réserve des actions complémentaires qu'EDF s'est engagé à mener, l'IRSN estime que la nouvelle méthodologie d'EDF pour l'évaluation des conséquences radiologiques à partir des rejets hors de l'installation permet, dans le cadre du réexamen périodique associé aux quatrièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe, d'évaluer et de présenter les évaluations des conséquences radiologiques des incidents et accidents de manière plus conforme à la réglementation en vigueur. EDF a également pris des engagements, dont certains méritent toutefois d'être précisés, afin d'aboutir dans le cadre du réexamen périodique associé aux quatrièmes visites décennales des réacteurs de 1300 MWe, à une évaluation et à une présentation de ces conséquences radiologiques pleinement conforme aux exigences de la réglementation en vigueur. EDF devra ensuite décliner ces évolutions à l'ensemble de ses réacteurs en exploitation.

Pour le Directeur général et par délégation,

Olivier DUBOIS

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté