



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 20 juillet 2023

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2023-00116

**Objet : EDF - INB n° 173 (ICEDA)
Révision du domaine de fonctionnement radiologique**

Réf. :

1. Lettre ASN CODEP-DRC-2022-028373 du 19 septembre 2022.
2. Décision ASN n°CODEP-CLG-2020-039046 du 28 juillet 2020.
3. Décision ASN n°CODEP-DRC-2021-013808 du 19 juillet 2021.
4. Décision ASN n°2014-DC-0443 du 15 juillet 2014.

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la demande d'autorisation, transmise par Électricité de France (EDF), de réviser le domaine de fonctionnement radiologique de l'installation nucléaire de base (INB) n° 173, dénommée installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés (ICEDA). Dans ce cadre, l'ASN demande à l'IRSN d'examiner les conséquences de cette révision du domaine de fonctionnement radiologique sur :

- les dispositions de maîtrise des risques en place dans l'installation ;
- l'évolution des rejets atmosphériques évalués en fonctionnement normal et en situation accidentelle.

De l'examen des éléments présentés dans le dossier joint à la demande d'autorisation, complétés par les informations transmises par EDF au cours de l'expertise, l'IRSN retient les principaux points suivants.

1. CONTEXTE

Mise en service en 2020 sur le site du Bugey, l'INB n° 173 a pour missions le conditionnement et l'entreposage de diverses catégories de déchets radioactifs. Ces déchets sont des déchets activés de faible ou moyenne activité à vie courte (FMA-VC) ou activés de moyenne activité à vie longue (MA-VL). Ils sont produits lors de l'exploitation, de la maintenance et d'éventuelles modifications des centrales nucléaires à eau pressurisée en fonctionnement (dénommés déchets activés d'exploitation ou DAE), ainsi que lors du démantèlement des centrales nucléaires de première génération et du réacteur à neutrons rapides situé à Creys-Malville (dénommés déchets activés de démantèlement ou DAD).

Les DAE, composés de crayons de grappes de contrôles et de doigts de gant du réseau d'instrumentation des cœurs de réacteur EDF, sont découpés et conditionnés en colis C1PG^{SP} dans l'ICEDA. Ces déchets sont dits « à découper ».

Les DAD peuvent être des déchets constitués d'éléments issus de barres de commande, d'assemblages réflecteurs en acier, de viroles de cuves, etc. La majorité d'entre eux sont prédécoupés dans les installations qui

MEMBRE DE
ETSON

les produisent pour être ensuite conditionnés dans l'ICEDA en colis de type C1PG^{SP}. Ces déchets sont dits « pré-conditionnés ».

Ainsi, les opérations de conditionnement des déchets réalisées dans l'INB n° 173 consistent :

- pour les déchets « à découper », en une découpe par cisailage, puis une caractérisation par spectrométrie, avant blocage dans un coulis cimentaire et conditionnement en colis C1PG^{SP} ;
- pour les déchets « pré-conditionnés », en une caractérisation, puis leur blocage dans un coulis cimentaire et leur conditionnement en colis C1PG^{SP}.

Les colis C1PG^{SP} sont destinés à être envoyés au Centre de Stockage de l'Aube (CSA) ou au futur centre industriel de stockage en couche géologique (Cigéo) de l'ANDRA.

Le domaine de fonctionnement radiologique de l'INB n° 173, précisé dans la décision de l'ASN citée en deuxième référence, vise à garantir, d'une part la compatibilité de l'inventaire radiologique des déchets réceptionnés avec les dispositions de maîtrise des risques de l'installation, d'autre part le respect des spécifications des colis de déchets imposées par leurs exutoires finaux. Ce domaine comprend l'inventaire radiologique maximum autorisé pour un déchet « élémentaire¹ » entrant dans l'INB n° 173 et l'inventaire radiologique maximum des colis de déchets produits dans l'installation.

Les catégories de radionucléides et les activités radiologiques qui définissent le domaine de fonctionnement radiologique actuel de l'INB n° 173 sont présentées en annexe 1 au présent avis pour les déchets élémentaires et les colis produits dans l'installation. Les radionucléides retenus ont pour origine l'activation des matériaux constituant les déchets (bore, azote, carbone, etc.) et la contamination de ces déchets due à leur séjour en réacteur (produits de fission, de corrosion, etc.). Ces radionucléides sont regroupés en cinq catégories : ³H, ¹⁴C, radionucléides émetteurs α, radionucléides émetteurs β/γ dits « faibles » et « forts »².

Le domaine en vigueur a été défini en se fondant sur des études réalisées au début des années 2000, prenant en compte les informations disponibles à cette époque concernant l'activité radiologique des déchets. Or, l'amélioration des connaissances des DAD et des DAE montre que certaines de leurs caractéristiques sont plus pénalisantes que celles prises en compte dans le domaine de fonctionnement défini au stade de la création de l'installation. Ainsi, EDF demande une révision du domaine de fonctionnement radiologique de l'INB n° 173 afin de pouvoir accueillir et traiter des DAD et des DAE dont les caractéristiques radiologiques ne sont pas couvertes par l'actuel domaine de fonctionnement radiologique.

2. DOMAINE DE FONCTIONNEMENT RADIOLOGIQUE RÉVISÉ

2.1. PRESENTATION DE LA MODIFICATION

Pour définir les catégories du nouveau domaine de fonctionnement radiologique présenté en annexe 1 au présent avis, EDF effectue les modifications suivantes :

- les activités des déchets élémentaires entrant dans l'INB n° 173 et des colis qui en sortent sont désormais identiques ;
- les activités en ¹⁴C et en radionucléides émetteurs α des déchets « pré-conditionnés » et « à découper » ne sont plus différenciées ;
- les parts « contamination » et « gaz » sont retirées ;
- les activités en ³H et ¹⁴C sont augmentées ;
- l'activité en radionucléides émetteurs α est augmentée pour les déchets « à découper » ;

¹ Un déchet élémentaire correspond au contenu d'un étui de DAE ou d'un panier de DAD.

² Les radionucléides émetteurs « β/γ forts » sont les émetteurs de rayonnements β/γ les plus énergétiques (⁶⁰Co, ⁹⁴Nb, ^{108m}Ag, ¹⁰⁹Cd, ^{110m}Ag et ^{113m}Cd).

- les radionucléides émetteurs β/γ « faibles » (hormis ^3H et ^{14}C) sont désormais qualifiés en « autres » et leur activité radiologique est augmentée ;
- les radionucléides émetteurs β/γ « forts » sont dorénavant qualifiés de « thermiques » et ne comprennent plus que les quatre radionucléides suivants : ^{60}Co , $^{108\text{m}}\text{Ag}$, ^{109}Cd , $^{110\text{m}}\text{Ag}$. L'activité radiologique de cette catégorie n'est en revanche pas modifiée.

Enfin, EDF applique aux déchets élémentaires la limitation de 170 W de la puissance thermique par colis C1PG^{SP} qui figure dans la décision de l'ASN encadrant le conditionnement en colis C1PG^{SP}, citée en troisième référence.

2.2. INVENTAIRES RADIOLOGIQUES CONSIDERES POUR LA MISE A JOUR DU REFERENTIEL DE SURETE ET LA REVISION DU DOMAINE DE FONCTIONNEMENT RADIOLOGIQUE

Pour la révision du domaine de fonctionnement radiologique de l'INB n° 173, EDF se fonde sur les inventaires radiologiques d'activation et de contamination des DAE, ce type de déchets faisant notamment l'objet de découpes (cf. *supra*). Or le référentiel de sûreté de l'INB n° 173 autorise également la découpe de certains déchets de type DAD issus notamment du réacteur de Creys-Malville. **Ainsi, l'IRSN estime que le caractère enveloppe des inventaires radiologiques d'activation et de contamination des DAE au regard des déchets à découper de type DAD doit être justifié. EDF s'est engagé sur ce point (cf. engagement 1 en annexe 2 au présent avis), ce qui est satisfaisant.**

Puis, EDF définit deux niveaux d'inventaires radiologiques pour les DAE : un niveau dit « moyen », correspondant à l'inventaire radiologique d'un étui de DAE contenant 250 crayons (remplissage moyen d'un étui selon EDF) et un niveau dit « majoré », correspondant à l'inventaire radiologique d'un étui de DAE contenant 360 crayons (remplissage maximal possible d'un étui selon EDF) :

- pour les inventaires radiologiques d'activation, le niveau majoré se différencie du niveau moyen par la prise en compte des incertitudes liées à la méthode de caractérisation radiologique d'un étui de DAE par les producteurs de déchets ;
- pour les inventaires radiologiques de contamination, le niveau moyen est défini en prenant en compte un « forfait » de contamination établi pour les DAE des réacteurs du palier CPO³. Le niveau majoré est défini en considérant une surcontamination ponctuelle du circuit primaire et un cas dit de « rupture de gaine sérieuse » (RGS) de crayon combustible.

2.2.1. Mise à jour du référentiel de sûreté

Pour la mise à jour du référentiel de sûreté afférente à la demande de révision du domaine de fonctionnement radiologique, EDF retient le niveau d'inventaire majoré pour les études d'accidents du rapport de sûreté, tandis qu'il considère, sans justification, le niveau d'inventaire moyen pour vérifier le dimensionnement de la ventilation et les études de radioprotection des travailleurs.

Pour l'IRSN, s'il peut être approprié de distinguer un inventaire radiologique d'activation et un inventaire radiologique de contamination pour l'évaluation des différents risques présentés par l'INB n° 173, il n'est en revanche pas satisfaisant de définir deux niveaux d'inventaire dont le recours à l'un ou l'autre dans la démonstration de sûreté est réalisé, au gré des analyses, sans justification particulière du choix du niveau d'inventaire retenu. **En tout état de cause, au titre d'une démonstration de sûreté prudente, l'IRSN considère qu'un seul niveau d'inventaire, au caractère enveloppe justifié, doit être retenu. EDF s'est engagé sur ce point (cf. engagement 2 en annexe 2 au présent avis), ce qui est satisfaisant.**

³ Le forfait de contamination CPO est enveloppe de celui des autres paliers du parc EDF.

S'agissant de l'estimation des rejets radioactifs en fonctionnement normal, EDF considère le niveau d'inventaire moyen, en cohérence avec l'approche réaliste raisonnablement enveloppe qu'il met en œuvre dans le cadre de l'étude d'impact sanitaire et environnemental. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

2.2.2. Révision du domaine de fonctionnement radiologique

Le nouveau domaine de fonctionnement radiologique de l'INB n° 173 est construit sur la base de l'inventaire radiologique de niveau majoré. **Ceci est acceptable compte tenu de l'engagement 2 précité pris par EDF. En effet, le domaine de fonctionnement radiologique doit être « couvert » par les activités définies dans l'inventaire radiologique retenu pour la démonstration de sûreté.**

Les activités en ^3H et ^{14}C du nouveau domaine de fonctionnement radiologique correspondent à celles de l'inventaire radiologique de niveau majoré. En outre, l'activité des radionucléides émetteurs β/γ « thermiques » (400 TBq) est reconduite du domaine en vigueur et reste inférieure à celle de l'inventaire de niveau majoré. **Ces éléments n'appellent pas de remarque.**

En revanche, l'activité associée à la catégorie des radionucléides émetteurs β/γ « autres » est supérieure à celle de l'inventaire de niveau majoré, **ce qui n'est pas satisfaisant. Sur ce point, EDF s'est engagé à redéfinir l'activité des radionucléides émetteurs β/γ « autres » du domaine de fonctionnement en cohérence avec la démonstration de sûreté de l'installation (cf. engagement 3 en annexe 2 au présent avis). Ceci est satisfaisant.**

Enfin, la limite définie pour les radionucléides émetteurs α dans le domaine de fonctionnement radiologique révisé (1.10^{11} Bq) s'applique aux déchets pré-conditionnés comme aux déchets à découper. Elle est inchangée pour les déchets pré-conditionnés comparativement à celle du domaine de fonctionnement actuel. En revanche, pour les déchets à découper, elle est supérieure d'un facteur 20 à celle de l'inventaire de « niveau majoré ». Ainsi, l'IRSN considère que l'activité en radionucléides émetteurs α retenue pour le domaine révisé n'est pas adaptée pour les déchets à découper. **Sur ce sujet, EDF s'est engagé (cf. engagement 4 en annexe 2 au présent avis) à réintégrer, dans le domaine de fonctionnement révisé, une limite d'activité en radionucléides émetteurs α pour les déchets élémentaires à découper, dont la valeur sera couverte par celle de l'inventaire radiologique de niveau majoré. Ceci est satisfaisant.**

3. INCIDENCE SUR LA DÉMONSTRATION DE SÛRETÉ

3.1. EXPOSITION EXTERNE AUX RAYONNEMENTS IONISANTS

Concernant les risques d'exposition externe aux rayonnements ionisants, EDF a dimensionné les protections radiologiques, au stade de la conception de l'INB n° 173, en considérant uniquement les radionucléides émetteurs β/γ « forts » et en affectant une activité de 400 TBq au ^{60}Co .

Pour la révision du domaine de fonctionnement radiologique de l'INB n° 173, EDF reconduit la valeur de 400 TBq pour les radionucléides émetteurs β/γ « thermiques » et retire de cette catégorie le ^{94}Nb et le $^{113\text{m}}\text{Cd}$. Il considère que cette évolution n'a pas d'incidence sur le dimensionnement des protections radiologiques « *compte tenu des activités inhérentes aux émetteurs gamma (à forte énergie) qui ne diffèrent pas significativement* ». À cet égard, la contribution du ^{94}Nb et du $^{113\text{m}}\text{Cd}$ à l'activité des β/γ « forts » est inférieure au pourcent et les émissions d'énergie γ sont couvertes par celles du ^{60}Co . **Ainsi, la conclusion d'EDF quant à l'absence d'incidence du domaine de fonctionnement révisé sur le dimensionnement des protections radiologiques en place dans l'INB n° 173 n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

3.2. EXPOSITION INTERNE AUX RAYONNEMENTS IONISANTS

La prévention de l'exposition interne aux rayonnements ionisants dans l'INB n°173 repose sur la réalisation, dans des locaux maintenus en dépression, des opérations mettant en suspension des substances radioactives. De plus, une surveillance de la contamination radiologique d'ambiance est implantée dans l'installation aux abords des zones à risque de dissémination de substances radioactives. Concernant les risques d'exposition interne en

situation incidentelle, afin d'évaluer la dose efficace globale reçue par les intervenants, EDF se fonde sur l'inventaire radiologique de niveau « moyen ». **EDF s'étant engagé à mettre à jour la démonstration de sûreté en prenant en compte un seul inventaire (de niveau majoré), il lui appartiendra de s'assurer que les doses reçues par les intervenants en situation incidentelle restent acceptables en considérant cet inventaire.**

3.3. ÉVALUATION DU CARACTERE SUFFISANT DE LA VENTILATION

Au cours de l'expertise, EDF a réévalué le niveau de contamination des locaux dans lesquels les opérations réalisées conduisent à une mise en suspension de substances radioactives, ceci en vue de vérifier le caractère suffisant du dimensionnement de la ventilation de ces locaux au regard de l'inventaire radiologique de niveau majoré. De cette réévaluation, EDF conclut que le dimensionnement actuel de la ventilation n'est pas mis en cause par le niveau d'inventaire majoré, y compris pour la cellule de découpe pour laquelle il valorise des conservatismes considérés dans sa démarche d'estimation des niveaux de contamination (absence de prise en compte du dispositif d'aspiration à la source mis en œuvre lors des opérations de découpe et coefficient de mise en suspension pénalisant pour les opérations de cisailage). **Les justifications présentées par EDF n'appellent pas de remarque.**

3.4. DEGAGEMENTS THERMIQUES

Les risques liés aux dégagements thermiques proviennent de la puissance thermique dégagée par les déchets conditionnés en colis C1PG^{SP}. Dans le rapport de sûreté de l'INB n° 173, les risques liés à l'évacuation de la puissance thermique sont analysés en retenant notamment une puissance maximale de 170 W par colis à la date de sa fabrication. Cette valeur de 170 W est associée à l'activité maximale autorisée des radionucléides émetteurs β/γ « forts » (400 TBq), contributeurs majoritaires à la puissance thermique d'un colis, en affectant de façon conservative l'activité de 400 TBq au seul ⁶⁰Co. Par ailleurs, les contributions thermiques du ⁹⁴Nb et du ^{113m}Cd sont considérées négligeables.

Pour définir le domaine de fonctionnement radiologique révisé, EDF reconduit l'activité de 400 TBq pour la catégorie des radionucléides émetteurs β/γ « thermiques » et retire le ⁹⁴Nb et le ^{113m}Cd de cette catégorie. EDF considère que la révision du domaine de fonctionnement radiologique de l'INB n° 173 n'a pas d'incidence sur les dispositions de maîtrise des risques liés aux dégagements thermiques. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

4. INCIDENCE SUR LES REJETS ET LES CONSÉQUENCES RADIOLOGIQUES POUR LA POPULATION

Pour le fonctionnement normal, EDF a évalué l'incidence de la prise en compte de l'inventaire radiologique de niveau moyen sur les rejets radioactifs à l'atmosphère. Pour cette évaluation, il a revu certaines hypothèses utilisées pour estimer les quantités de gaz relâchées et les quantités de matières mobilisées lors des opérations disséminantes. **Il en conclut que les limites de rejets radioactifs à l'atmosphère figurant dans la décision de l'ASN citée en quatrième référence ne sont pas mises en cause. Ceci n'appelle pas de remarque.**

Pour les situations accidentelles, EDF a réévalué les rejets radioactifs à l'atmosphère en considérant l'inventaire radiologique de niveau majoré, toutes choses égales par ailleurs. **La réévaluation présentée par EDF n'appelle pas de remarque, les ordres de grandeur des conséquences radiologiques des situations étudiées étant inchangés.**

5. CONCLUSION

De l'expertise du dossier transmis, tenant compte des informations transmises au cours de l'expertise et des engagements pris par EDF à l'issue de celle-ci, l'IRSN considère que la révision du domaine de fonctionnement radiologique prévue par EDF pour l'INB n° 173 n'a pas d'incidence sur les dispositions de maîtrise des risques en place dans l'installation et l'estimation des rejets atmosphériques en fonctionnement normal et en situation accidentelle.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Anne-Cécile JOUVE

Adjointe au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE 1 A L'AVIS IRSN N° 2023-00116 DU 24 JUILLET 2023

Rappels de prescriptions de l'ASN et domaine de fonctionnement radiologique révisé

Prescription [INB173-1] de la décision citée en deuxième référence – Partie I

Les déchets élémentaires réceptionnés dans l'INB n° 173 respectent les caractéristiques suivantes. L'inventaire radiologique maximum de dimensionnement pour un déchet à conditionner, en Bq, est le suivant :

	³ H	¹⁴ C	émetteurs α	émetteurs β/γ « forts »	émetteurs α « faibles »
Activité totale (Bq)	2.10 ¹⁴	7,5.10 ¹¹ (pré-conditionné) 5.10 ¹¹ (à découper)	1.10 ¹¹ (pré-conditionné) 1.10 ⁹ (à découper)	4.10 ¹⁴	1.10 ¹⁵
Part gaz (Bq)	2.10 ¹⁰	5.10 ⁷	-	-	-
Part contamination (Bq)	2.10 ⁷	1,5.10 ¹⁰ (pré-conditionné) 1.10 ⁹ (à découper)	1.10 ¹¹ (pré-conditionné) 1.10 ⁹ (à découper)	4.10 ¹¹	1.10 ¹²

Prescription [INB173-2] de la décision citée en deuxième référence

Les colis de déchets produits dans l'installation respectent les caractéristiques suivantes. L'inventaire radiologique maximum de dimensionnement par colis fabriqué, en Bq, est le suivant :

	³ H	¹⁴ C	émetteurs α	émetteurs β/γ « forts »	émetteurs β/γ « faibles »
Activité totale (Bq)	3.10 ¹⁴	7,5.10 ¹¹	1.10 ¹¹	4.10 ¹⁴	1,5.10 ¹⁵
Part contamination (Bq)	2.10 ⁷	1,5.10 ¹⁰	1.10 ¹¹ (pré-conditionné) 1,5.10 ⁹ (à découper)	1.10 ¹²	1,5.10 ¹³

Domaine de fonctionnement radiologique révisé :

	Déchet élémentaire / Colis C1PG ^{SP}				
	³ H	¹⁴ C	émetteurs α	émetteurs β/γ « thermiques »	émetteurs β/γ « autres »
Activité totale (Bq)	1,5.10 ¹⁵	1.10 ¹³	1.10 ¹¹	4.10 ¹⁴	7,5.10 ¹⁵
Puissance thermique (W)	-			170	

ANNEXE 2 A L'AVIS IRSN N° 2023-00116 DU 20 JUILLET 2023

Engagements d'EDF

1. EDF s'engage à justifier, avant fin septembre 2023, que l'inventaire radiologique d'activation et de contamination des étuis de déchets activés d'exploitation (DAE) issus des réacteurs à eau pressurisée est enveloppe de l'inventaire d'activation et de contamination des crayons absorbants issus des réacteurs en démantèlement, en l'état actuel des connaissances.
2. EDF mettra à jour la démonstration de sûreté en prenant en compte le seul inventaire dit « majoré » présenté dans le dossier associé aux limites suscitées. Cette mise à jour sera réalisée avant fin 2023.
3. Pour la définition de la limite en β/γ « autres » du domaine de fonctionnement radiologique révisé, EDF s'engage à retenir la somme des radionucléides de la catégorie, arrondie à la décimale inférieure. La somme des radionucléides de la catégorie étant égale à $7,04 \cdot 10^{15}$ Bq, la limite en β/γ « autres » du domaine de fonctionnement révisé est donc fixée à $7 \cdot 10^{15}$ Bq par déchet élémentaire.
4. EDF intégrera au domaine de fonctionnement révisé une limite d'activité en émetteurs α pour les déchets à découper issue de l'inventaire radiologique de niveau « majoré » fixée à $4,5 \cdot 10^9$ Bq par déchet élémentaire. Ainsi, s'agissant des émetteurs α , le domaine de fonctionnement révisé intégrera deux limites : une limite pour les déchets pré-conditionnés fixée à $1 \cdot 10^{11}$ Bq par déchet élémentaire et une limite pour les déchets à découper fixée à $4,5 \cdot 10^9$ Bq par déchet élémentaire.