

Fontenay aux Roses, le 16 novembre 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2022-00215

Objet : Établissement Orano Recyclage de La Hague – INB n° 38
Demande d'autorisation d'assainissement du parc aux ajoncs

Réf. : [1] Lettre ASN CODEP-DRC-2022-011215 du 10 mars 2022.
[2] Guide n° 24 de l'ASN du 20 août 2016.

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la demande d'autorisation, transmise par Orano Recyclage, ci-après désigné Orano, de procéder à l'assainissement du parc aux ajoncs (PAA) de l'installation nucléaire de base (INB) n° 38 (STE2 et AT1) en vue de l'implantation de la future piscine d'entreposage centralisé de combustibles usés (PEC), qui sera exploitée par Électricité de France (EDF).

De l'évaluation des éléments transmis par Orano en support de sa demande d'autorisation, complétés par les informations apportées au cours de l'expertise, l'IRSN retient les principaux éléments développés ci-après.

1. CONTEXTE

La demande d'autorisation d'Orano s'inscrit dans le cadre, d'une part des opérations de reprise et de conditionnement des déchets (RCD) anciens de l'INB n° 38, d'autre part du projet d'implantation de la future PEC pour lequel EDF prévoit de déposer en 2023 une demande d'autorisation de création, en vue d'une mise en service en 2034.

Le PAA est une parcelle située dans la partie ouest de l'INB n° 38, constituée d'aires extérieures d'entreposage de déchets. Les sols du PAA présentent à la fois une contamination radiologique et chimique résultant en particulier d'entreposages historiques. Ils accueillent notamment des terres, des matériaux et des déchets métalliques contaminés consécutivement à l'incendie du Silo 130 de l'INB n° 38 survenu en 1981.

Outre la parcelle du PAA objet de la présente expertise, l'implantation de la PEC impliquera également d'autres zones du site de La Hague, notamment les aires d'entreposage des déchets de très faible activité (TFA) et de matériels de l'INB n° 38 et une partie du périmètre de l'INB n° 117. **La présente demande d'autorisation d'assainissement ne portant que sur le périmètre du PAA, l'IRSN attire l'attention sur la cohérence globale à accorder à la stratégie de gestion des sols de l'ensemble des zones d'implantation de la PEC, notamment en termes d'assainissement.**

2. EXPERTISE DE L'IRSN

La démarche présentée par Orano dans sa demande d'autorisation de procéder à l'assainissement du PAA est construite suivant les étapes suivantes :

- diagnostic de l'état initial du PAA conduisant à la définition d'un spectre-type¹ et d'un schéma conceptuel ;
- évaluation des expositions aux rayonnements ionisants pour les scénarios d'usage constatés et envisagés du PAA ;
- détermination de la distribution spatiale de l'activité des radionucléides du spectre-type au moyen d'une approche géostatistique, réalisée sur la base de résultats de caractérisation, et permettant de définir, à partir d'objectifs d'assainissement fixés par ailleurs, des volumes de terres à excaver dans le cadre de l'assainissement ;
- excavation des volumes de terres déterminés à l'étape précédente (assainissement) ;
- vérification, par des contrôles finaux, de l'atteinte des objectifs d'assainissement précités.

Conformément à la demande de l'ASN, l'IRSN a examiné les éléments présentés par Orano en regard de chacune de ces étapes en tenant notamment compte de l'utilisation du PAA prévue à moyen terme en tant que site d'accueil de la PEC.

2.1. DIAGNOSTIC DE L'ÉTAT INITIAL DU PAA

Il convient préalablement de rappeler que toute démarche d'assainissement de sols pollués doit reposer sur un diagnostic aussi complet que possible de l'état initial des sols, tant d'un point de vue radiologique que chimique. Pour établir le diagnostic de l'état initial du PAA, Orano s'est appuyé sur une étude documentaire identifiant notamment les événements historiques ayant été ou pu être à l'origine de pollutions, qu'il a complétée par la réalisation d'investigations *in situ*. Sur la base de ces éléments, Orano a défini un spectre-type et un schéma conceptuel² permettant d'identifier les modes d'exposition à prendre en compte pour l'évaluation des expositions de personnes, notamment celle des travailleurs étant amenés à intervenir sur le PAA dans le cadre de son assainissement. **L'IRSN estime que la démarche mise en œuvre par Orano pour réaliser le diagnostic de l'état initial du PAA est conforme aux pratiques usuelles telles que définies dans les préconisations du guide n° 24 de l'ASN cité en référence [2]. À cet égard, l'IRSN souligne le caractère essentiel des investigations *in situ* permettant de conforter la pertinence de la définition du spectre-type et la représentation cartographique des zones polluées, ceci afin de s'assurer *in fine* que l'assainissement par excavation des terres permettra d'atteindre, avec un degré de confiance suffisant, les objectifs d'assainissement fixés.**

L'étude documentaire réalisée par Orano présente notamment la topographie, le contexte géologique et hydrogéologique du PAA, ainsi que les principaux événements survenus sur le site de La Hague susceptibles d'avoir été à l'origine d'une pollution chimique ou radiologique des sols et sous-sols du PAA. À cet égard, cette étude ne tient pas compte de plusieurs événements survenus sur le site de La Hague, en particulier sur la période comprise entre 1962 et 1978. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 1 formulée en annexe 2 du présent avis.**

Sur la base de l'étude documentaire précitée, Orano définit un spectre-type constitué des six principaux radionucléides rejetés dans l'atmosphère lors de l'incendie du Silo 130 de l'INB n° 38 survenu en 1981, en

¹ Extrait du guide [2] : « un spectre-type liste les radionucléides présents ou susceptibles de l'être, et associe à chaque radionucléide un ratio de présence par rapport à un ou plusieurs radionucléide(s) traceur(s) facile(s) à mesurer. Le spectre-type doit être enveloppe et établi de manière à ne pas sous-estimer la part des radionucléides qui ne sont pas mesurés directement et à ne pas sous-estimer l'activité des radionucléides ayant la plus forte toxicité, tout en s'assurant que les estimations des expositions, réalisées à partir de ce spectre, restent réalistes. »

² Le schéma conceptuel permet de synthétiser et de mettre en relation les sources de pollution, les voies de transfert et d'exposition aux pollutions et les enjeux sanitaires (usagers) ou environnementaux (eaux souterraines, eaux superficielles...) à protéger.

retenant le ^{137}Cs comme traceur unique. Sur ce point, l'IRSN relève que les six radionucléides retenus par Orano ont différents comportements de migration dans le sol et que, par conséquent, le choix de retenir un unique traceur (^{137}Cs) pour l'ensemble de ces radionucléides peut conduire à établir un état initial insuffisamment représentatif de la pollution radiologique en profondeur, notamment pour les radioéléments plus mobiles que le ^{137}Cs . **Ce point fait l'objet de la recommandation n°1 formulée en annexe 1 du présent avis.**

Dans le cadre des investigations *in situ*, Orano a réalisé des mesures visant à caractériser la pollution radioactive des sols du PAA. Pour ce faire, il a effectué des prospections de surface par des mesures de flux γ afin de définir la position des forages pour la réalisation de sondages en profondeur. La démarche mise en œuvre appelle les remarques suivantes de l'IRSN :

- Orano n'a pas réalisé une prospection radiologique sur l'ensemble de la surface du PAA, ce qui ne permet donc pas de confirmer intégralement la localisation des zones polluées historiquement par des substances radioactives. Par ailleurs, cette prospection a été conduite avec un maillage et des modalités³ que l'IRSN juge inadaptés. **Ce point fait l'objet de la recommandation n°2 formulée en annexe 1 du présent avis ;**
- le plan de forage d'Orano ne couvre pas l'ensemble de la zone du PAA et comprend des profondeurs de forage insuffisantes pour caractériser l'ensemble des zones concernées par des pollutions. **Ceci fait l'objet des recommandations n°3 et 4 formulées en annexe 1 du présent avis. En outre, la stratégie d'analyse des échantillons au regard notamment des caractéristiques lithologiques des sols fait l'objet de l'observation n°2 formulée en annexe 2 du présent avis ;**
- alors que le spectre-type comporte des radionucléides émetteurs de rayonnements α , β et γ , Orano a réalisé des mesures des rayonnements émis par les émetteurs γ sur l'ensemble des échantillons prélevés et des mesures des radionucléides émetteurs α et β pour les échantillons qui présentaient l'activité γ la plus élevée. Cette démarche suppose implicitement un comportement migratoire dans les sols identique pour tous les radionucléides, ce que l'IRSN ne considère pas réaliste. Aussi, pour l'IRSN, la pollution de certaines zones du PAA n'a pas été caractérisée de manière satisfaisante pour ce qui concerne les émetteurs α et β . **Ce sujet fait l'objet des recommandations n°5 et 6 formulées en annexe 1 du présent avis.**

Sur la base des sondages réalisés pour la caractérisation radiologique, Orano a recherché la présence d'un grand nombre de substances chimiques qui relèvent des principales familles de contaminants recherchés généralement dans les sols. Toutefois, comme indiqué *supra*, les sondages sur lesquels s'appuie Orano ne couvrent pas toute la zone du PAA et la profondeur des forages n'est pas suffisante. **Il appartiendra donc à Orano de mettre en œuvre des analyses de sols complémentaires (en surface et en profondeur) afin d'identifier précisément la localisation des zones du PAA polluées historiquement par des substances chimiques.**

Par ailleurs, Orano ne fait pas état de pollution radiologique des eaux souterraines et ne retient que la présence d'aluminium et de manganèse dans les nappes aux formations géologiques. Cette conclusion ne tient toutefois pas compte des mesures relevées sur le piézomètre implanté en limite Nord du PAA qui mettent en évidence un marquage radiologique suivi depuis 1982. En effet, les résultats de la surveillance actuelle de la nappe donnée par ce piézomètre montrent la présence résiduelle de ^3H , indice d'une lixiviation quasi totale des terrains du PAA, ainsi que la présence de ^{90}Sr dans les terrains du PAA sus-jacents à la nappe. **Ces éléments renforcent la nécessité de caractérisations complémentaires des sols mis en avant dans le présent avis.**

Enfin, le schéma conceptuel présenté par Orano correspond à l'usage actuel du PAA, en considérant notamment les pollutions en place. De ce fait, si ce schéma apparaît adapté à l'interprétation de l'état des milieux pour l'usage

³ L'approche d'Orano prévoit en particulier, pour chaque maille de 10×10 m, de relever la valeur maximale et de l'attribuer au centre de la maille.

actuel, il ne l'est pas nécessairement pour d'autres usages, tels que ceux envisagés et envisageables à l'issue de l'assainissement du PAA. En outre, Orano a présenté une l'évaluation quantitative des expositions radiologiques (EQER) liée notamment aux phases préparatoires d'aménagement et à l'usage futur du site (PEC), après assainissement, sans y associer de schéma conceptuel spécifique. **Ce point fait l'objet de l'observation n° 3 formulée en annexe 2 du présent avis. En tout état de cause, il appartiendra à Orano de mettre à jour l'EQER sur la base de schémas conceptuels actualisés.**

2.2. ÉVALUATION QUANTITATIVE DES EXPOSITIONS RADIOLOGIQUES

Orano a évalué les expositions quantitatives radiologiques pour différents scénarios afin de s'assurer de la compatibilité entre l'état radiologique du PAA et les usages constatés et envisagés du site. **Le choix des scénarios retenus correspond aux différents usages actuels et aux usages envisagés à moyen terme pour le PAA. Cependant, il conviendra le moment venu de considérer, pour l'évaluation des expositions radiologiques, un retour à l'état de référence⁴ ou, le cas échéant, un assainissement poussé du PAA compatible avec tout usage.**

Compte tenu des niveaux d'exposition très faibles évalués pour chacun des scénarios, de l'ordre d'une vingtaine de microsievert pour le scénario le plus pénalisant, Orano conclut à l'absence d'enjeux dosimétriques pour les usages constatés et envisagés.

En tout état de cause, compte tenu des recommandations formulées par l'IRSN concernant notamment la nécessité de réaliser des investigations complémentaires pour la caractérisation des pollutions, il appartiendra à Orano, le cas échéant, de réviser l'EQER liée à l'assainissement du PAA. Par ailleurs, le scénario particulier d'incursion sur friche fait l'objet de l'observation n° 4 en annexe 2 du présent avis.

2.3. APPROCHE GÉOSTATISTIQUE

Pour représenter la distribution de l'activité massique des radionucléides du spectre-type et permettre une quantification des volumes de terres à excaver, Orano a mis en œuvre une approche géostatistique comprenant les quatre étapes usuelles suivantes : analyse exploratoire, analyse variographique, interpolation et quantification des volumes de terres. Cette approche géostatistique, fondée sur les activités massiques mesurées et reconstituées⁵ du spectre-type, a été appliquée à l'ensemble de la surface du PAA, en considérant une profondeur de 5 m, afin de quantifier les volumes de terres pour lesquels les activités radiologiques excèdent les objectifs d'assainissement fixés.

L'IRSN considère d'une manière générale que l'approche géostatistique est globalement adaptée pour quantifier des volumes de terres à excaver dans le cadre d'un assainissement de sols. Toutefois, le modèle géostatistique mis en œuvre par Orano pour le PAA repose sur des hypothèses qui restent à étayer à partir d'observations de terrain et de l'étude des mécanismes permettant de les expliquer (différences de mobilité des contaminants, événements particuliers). **En tout état de cause, l'IRSN considère que des incertitudes significatives résident dans l'estimation des volumes de terres à excaver et qu'il existe un risque de laisser en place des terres présentant une pollution radiologique d'activité supérieure aux objectifs d'assainissement définis par Orano. Pour l'IRSN, la robustesse du modèle géostatistique utilisé devra être étayée à l'aune des investigations complémentaires qui font l'objet des recommandations n° 5 et 6 formulées dans l'annexe 1 au présent avis.**

⁴ État initial de l'environnement reflétant l'état des milieux avant le démarrage des activités à l'origine de la pollution. Il correspond à l'état initial mentionné à l'article R122-5 du Code de l'environnement.

⁵ Les résultats d'analyse des activités en ²³⁸Pu, ²³⁹⁺²⁴⁰Pu et ⁹⁰Sr de la campagne d'août 2021 n'étant pas disponibles lors de l'élaboration du dossier de demande d'autorisation, Orano a reconstitué ces activités à partir du spectre-type et des activités massiques mesurées du ¹³⁷Cs et de l'²⁴¹Am.

2.4. DÉMARCHE D'ASSAINISSEMENT

Orano a établi le plan de gestion des sols du PAA en s'appuyant sur le guide inter-exploitants « Réhabilitation des sols d'une INB », qui a fait l'objet d'un avis de l'IRSN en juin 2022. Dans ce cadre, l'IRSN avait notamment souligné que la disponibilité des filières de gestion des déchets et la préservation des capacités de stockage des centres existants ne devaient pas conditionner le niveau d'assainissement des sols (pollués) d'une INB à mettre en œuvre. Par ailleurs, si l'existence d'un usage particulier du site prévu à moyen terme (PEC) peut permettre de justifier un assainissement des sols du PAA en deux temps, elle ne saurait être mise en avant pour invoquer l'impossibilité de mettre en œuvre un assainissement complet.

En outre, « *l'assainissement poussé* » évoqué par Orano dans son plan de gestion ne correspond pas à la définition⁶ donnée dans le guide n° 24 de l'ASN cité en référence [2]. En effet, cet « *assainissement poussé* » ne vise pas à rendre l'état des sols compatible avec tous les usages mais est considéré *in fine* au regard du seul usage lié à la PEC. Aussi, l'assainissement prévu par Orano dans le cadre de la présente demande d'autorisation ne permet pas de garantir la compatibilité de l'état des sols avec le développement d'un usage futur quelconque du PAA. Pour l'IRSN, l'assainissement prévu par Orano ne peut donc préjuger de l'assainissement définitif qui pourra être nécessaire de réaliser en vue du déclassement et qui devra viser la compatibilité avec tous les usages. **En tout état de cause, il appartient à Orano de transmettre à EDF les éléments présentant, d'une part les résultats de la caractérisation obtenus à l'issue de la première phase d'assainissement (avant cession des terrains à EDF), d'autre part les justifications permettant d'attester de l'absence de migration des pollutions qui seront éventuellement laissées en place après cette première étape d'assainissement.**

Les objectifs d'assainissement des sols du PAA fixés par Orano sont des valeurs d'activité à ne pas dépasser qui correspondent à des seuils d'exemption du Code de la santé publique pour les radionucléides émetteurs β et γ , et à des seuils de décision (SD) pour les radionucléides émetteurs α . L'IRSN relève que les seuils d'exemption ne s'appliquent en toute rigueur qu'aux déchets radioactifs issus de zone à déchets radioactifs (ZDR), qui relèvent de la réglementation pour les ICPE et non aux déchets nucléaires issus de zones à production possible de déchets nucléaires (ZppDN), ce qui est le cas des déchets issus du PAA. De plus, Orano considère que les SD correspondent à l'état de référence du site qu'il a caractérisé au moyen de deux sondages réalisés en juillet 2021 à proximité de l'établissement de La Hague, dans des terrains présentant des caractéristiques pédologiques⁷ proches de celles de la zone du PAA. **Les activités mesurées par Orano sont cohérentes avec les valeurs mesurées par l'IRSN autour du site de La Hague. Toutefois, excepté pour le ^{137}Cs , les investigations complémentaires réalisées par Orano en juillet 2021 montrent que les SD retenus sont nettement supérieurs à l'état de référence radiologique du site pour l' ^{241}Am , le ^{238}Pu et $^{239} + ^{240}\text{Pu}$ et le ^{90}Sr .**

La démarche d'assainissement d'Orano peut conduire à laisser des terres à l'issue de l'excavation présentant une activité radiologique supérieure aux objectifs d'assainissement. À cet égard, Orano a considéré dans sa démarche plusieurs niveaux de risque et a retenu *in fine* la valeur de 30 % en justifiant ce choix au regard notamment du volume de terres à excaver et des capacités du Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage de l'Andra⁸ (Cires) qui pourrait les accueillir. **Dans ce contexte, il appartiendra à Orano de définir les éventuelles dispositions de maîtrise des risques d'exposition des travailleurs à mettre en œuvre pour la réalisation des travaux d'assainissement, celles-ci n'étant pas présentées dans le dossier transmis.**

⁶ L'exploitant doit aller aussi loin que raisonnablement possible dans l'assainissement. Il s'engage dans une démarche de gestion dont l'objectif premier est de rechercher à rendre l'état des sols compatible avec tout usage (usage établi, envisagé et envisageable).

⁷ Relatif à l'étude des caractères physiques, chimiques et biologiques des sols.

⁸ Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs.

2.5. CONTRÔLES FINAUX

À l'issue des travaux d'excavation des terres, Orano prévoit la réalisation de contrôles radiologiques destinés à vérifier l'atteinte des objectifs d'assainissement. Dans son dossier, il présente la stratégie générale de caractérisation finale, mais ne fournit pas le programme de vérifications qu'il mettra en œuvre. **Cette stratégie générale, qui ne correspond pas pour l'IRSN aux meilleures pratiques disponibles, fait l'objet de l'observation n° 5 formulée en annexe 2 du présent avis. En tout état de cause, il appartiendra à Orano d'établir le programme de vérification à réaliser sur les sols du PAA laissés en place en vue de s'assurer du respect des objectifs d'assainissement définis.**

Par ailleurs, le plan de prélèvement des échantillons présenté par Orano ne permet pas de justifier le caractère suffisant du nombre d'échantillons prévus au regard de la lithologie des zones d'intérêt. En outre, l'objectif d'assainissement fixé par Orano pour le ^{137}Cs est utilisé comme une valeur moyenne de la pollution résiduelle après assainissement et pourrait dès lors conduire à considérer comme acceptable une situation pour laquelle le site « assaini » présenterait *in fine* des zones faiblement contaminées (< SD) et des zones dépassant la valeur de l'objectif d'assainissement. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 7 formulée en annexe 1 du présent avis.**

3. CONCLUSION

À l'issue de son expertise, l'IRSN considère que l'approche et les modalités pratiques prévues par Orano pour l'assainissement du PAA de l'INB n° 38 en vue de l'implantation et de l'exploitation de la PEC sont globalement acceptables, sous réserve de la prise en compte des recommandations formulées dans le présent avis.

Par ailleurs, Orano devrait tenir compte des observations formulées dans le présent avis afin d'améliorer sa démarche de gestion des sols pollués du PAA.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Anne-Cécile JOUVE

Adjointe au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE 1 À L'AVIS IRSN N° 2022-00215 DU 16 NOVEMBRE 2022

Recommandations de l'IRSN

Recommandation N° 1

L'IRSN recommande qu'Orano retienne plusieurs radionucléides traceurs pour le spectre-type défini, en s'assurant qu'ils sont représentatifs des comportements migratoires en profondeur des différents radionucléides présents dans les pollutions des sols du PAA de l'INB n° 38.

Recommandation N° 2

L'IRSN recommande qu'Orano complète les investigations de surface par la réalisation d'une cartographie adaptée (maillage retenu et modalités associées) de l'ensemble de la surface accessible du PAA de l'INB n° 38 afin de confirmer les conclusions de l'étude historique et de conforter les choix des points de forage.

Recommandation N° 3

L'IRSN recommande qu'Orano réalise des investigations des talus du PAA de l'INB n° 38 et des terres situées à l'aplomb de ces talus, afin de confirmer l'absence de contamination significative en ^{137}Cs et autres radionucléides du spectre-type défini.

Recommandation N° 4

L'IRSN recommande qu'Orano complète, pour les radionucléides d'intérêt, la caractérisation radiologique des sols du PAA de l'INB n° 38, en réalisant des prélèvements au-delà de 5 m de profondeur, afin de conforter les profils d'activité radiologique en fonction de la profondeur de sols.

Recommandation N° 5

L'IRSN recommande qu'Orano confirme, par des analyses sur des échantillons de sols, que les activités de ^{241}Pu et de ^3H dans les terres situées en profondeur sous le PAA de l'INB n° 38 sont inférieures au seuil de décision.

Recommandation N° 6

L'IRSN recommande qu'Orano réalise des mesures complémentaires des radionucléides ^{90}Sr , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$ et dans les zones situées en bordures nord-ouest, ouest, sud et sud-est du PAA de l'INB n° 38, afin de confirmer la pertinence et la représentativité du spectre-type défini.

Recommandation N° 7

L'IRSN recommande qu'Orano s'assure, dans le cadre des contrôles finaux réalisés à l'issue des travaux d'assainissement du PAA de l'INB n° 38, que l'activité massique en ^{137}Cs mesurée sur chaque échantillon du plan de prélèvement n'est pas significativement supérieure à la valeur de l'objectif d'assainissement retenu pour ce radionucléide.

ANNEXE 2 À L'AVIS IRSN N° 2022-00215 DU 16 NOVEMBRE 2022

Observations de l'IRSN

Observation N° 1

L'IRSN estime qu'Orano devrait compléter l'étude documentaire en y recensant l'ensemble des événements susceptibles d'avoir induit des pollutions du PAA de l'INB n° 38 (notamment ceux survenus dans la période comprise entre 1962 et 1978 et les retombées de l'incendie du Silo 130).

Observation N° 2

L'IRSN estime qu'Orano devrait conforter l'évaluation des activités radiologiques contenues dans les sols du PAA de l'INB n° 38 en utilisant l'ensemble des mesures et observations dont il dispose (relevés lithologiques, échantillonnage par passe plus fine, etc.).

Observation N° 3

L'IRSN estime qu'Orano devrait, en complément du schéma conceptuel effectué pour la situation actuelle du PAA de l'INB n° 38, établir les schémas conceptuels pour la phase de travaux d'assainissement et pour l'état après assainissement du PAA.

Observation N° 4

L'IRSN estime qu'Orano devrait, pour le scénario d'incursion sur friche, conforter par des mesures appropriées la valeur d'activité radiologique des végétaux du PAA de l'INB n° 38.

Observation N° 5

L'IRSN estime qu'Orano devrait réaliser, à l'issue des travaux d'assainissement du PAA de l'INB n° 38 et en amont du contrôle des objectifs d'assainissement, une cartographie surfacique afin de conforter la pertinence des points de prélèvements retenus pour ce contrôle.