

Fontenay-aux-Roses, le 4 juillet 2024

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2024-00102

Objet : **Etablissement Orano Recyclage de La Hague - INB n°s 33, 38, 47 et 80**
Suite des réexamens périodiques : caractérisation des marquages des eaux souterraines sur
la base d'une modélisation hydrogéologique

Réf. : [1] Lettre ASN CODEP-DRC-2022-057260 du 23 novembre 2022.
 [2] Décision ASN n° 2019-DC-0673 du 25 juin 2019.

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les éléments transmis par Orano Recyclage, dénommé Orano dans la suite du présent avis, en réponse à la prescription [INB 33, 38 et 47-REEX-18] de la décision citée en seconde référence stipulant que :

« Au plus tard le 31 décembre 2019, l'exploitant justifie l'origine présumée et l'évolution des marquages constatés des eaux souterraines au droit et en aval des INB n°s 33, 38 et 47, sur la base d'une modélisation hydrogéologique prenant en compte l'ensemble des mesures réalisées sur les piézomètres et les réseaux de drainage. »

L'ASN demande plus particulièrement à l'IRSN d'évaluer dans ce cadre :

- la pertinence de la modélisation hydrogéologique du site de La Hague ;
- la justification de l'origine des marquages et la représentativité des « termes sources », c'est-à-dire les activités radiologiques dispersées dans l'environnement au cours d'un événement de dissémination et les radionucléides associés, ainsi que le choix des radionucléides retenus dans l'étude hydro-dispersive¹ ;
- la pertinence de la méthode, d'une part de calcul des marquages en nappe sur les piézomètres situés au droit des INB n°s 33, 38, 47, ainsi qu'au droit de l'INB n° 80 pour tenir compte de la répartition spatiale des marquages, d'autre part d'ajustement du modèle hydro-dispersif (dans les zones non saturée et saturée) ;
- la représentativité des résultats obtenus par la simulation de l'évolution des marquages.

En outre, l'ASN souhaite savoir si les points précités sont de nature à mettre en cause la surveillance des eaux souterraines des INB n°s 33, 38, 47 et 80 ou des actions engagées par Orano pour limiter l'impact des pollutions.

¹ Etude de la migration d'éléments entraînés par l'eau dans les sols et dans la nappe.

De l'évaluation des documents transmis, tenant compte des informations recueillies au cours de l'expertise, l'IRSN retient les principaux éléments développés ci-après.

1. ORIGINE DES MARQUAGES ET REPRÉSENTATIVITÉ DES « TERMES SOURCES »

Orano a évalué les « *termes sources* » liés à certains événements historiques ayant conduit à une dissémination de substances radioactives dans les eaux souterraines situées au droit et en aval des installations susmentionnées. Ces événements ont été sélectionnés sur la base des résultats de surveillance de la nappe issus du réseau actuel de piézomètres et des réseaux de drainage présentant un marquage effectif. Orano a par ailleurs associé à ces différents événements une liste de radionucléides d'intérêt.

Pour l'IRSN, la limitation du champ des données (événements retenus, radionucléides sélectionnés) prises en compte par Orano pour la modélisation conduit à l'introduction d'un biais dans les analyses menées, ce biais étant confirmé par les écarts obtenus entre les résultats de modélisation de l'évolution des marquages et les mesures effectuées sur site.

À cet égard, Orano n'a pas pris en considération les éléments suivants :

- certains événements anciens documentés, pouvant notamment contribuer à l'explication des marquages de la zone Nord-Ouest du site ;
- les données de surveillance relatives aux exutoires naturels (ru des Landes, etc.) ou artificiels (drainages profonds) atteints par les radionucléides les plus mobiles ;
- les données de surveillance contemporaines des événements étudiés, ceci afin de ne pas uniquement fonder les interprétations sur les données issues des piézomètres actuellement les plus « marqués » mais implantés postérieurement aux événements ;
- les radionucléides détectés dans les terrains et dans la nappe. À cet égard, l'IRSN a notamment identifié plusieurs radionucléides contribuant aux marquages β global (^{106}Ru , ^{90}Sr , ^{99}Tc , ^{137}Cs), ainsi que des émetteurs α artificiels détectés par les mesures dites « bas niveau » (Pu, ^{241}Am , ^{236}U).

Or l'intégration de ces données aurait permis à Orano de mieux appréhender les trajectoires et les dynamiques de migration des radionucléides présents dans les substances radioactives disséminées. **L'IRSN considère que le travail de reconstitution de l'inventaire radiologique des événements de dissémination réalisé par Orano est perfectible et qu'il ne peut constituer qu'une première étape. Ceci conduit l'IRSN à formuler les recommandations n°s 1 et 2 en annexe au présent avis relatives à la complétude des données à retenir pour l'analyse des marquages des eaux souterraines identifiés au droit et en aval des INB n°s 33, 38, 47 et 80.**

2. MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE DU SITE

Le contexte géologique du site de La Hague est complexe en raison notamment de la diversité de nature des terrains en présence (schistes, alternances grés-schisteuses, grès et quartzites), de leur structuration (couches plissées, présence de failles) et de leur état de fissuration et d'altération dépendant de la profondeur.

Orano dispose à cet égard d'une modélisation hydrogéologique du site (appelé modèle Hagsis) qui permet notamment de reconstituer l'évolution saisonnière des niveaux piézométriques sur le site, tout en tenant compte de la mise en service de pompes dans la nappe ou des modifications progressives de la recharge et des drainages induites par l'implantation de nouveaux bâtiments sur le site. Le modèle initial, calé en 1994, a fait l'objet d'ajustements entre 1997 et 2011 qui ont permis un raffinement progressif du maillage et une amélioration de la distribution géographique de la recharge en fonction de l'occupation des sols.

Toutefois, si les hypothèses simplificatrices retenues par Orano pour constituer le modèle Hagsis sont acceptables pour représenter les écoulements souterrains à l'échelle du site ou d'une partie du site, l'IRSN estime

qu'elles ne sont en revanche pas adaptées pour représenter les écoulements à l'échelle locale, par exemple au droit d'un atelier donné.

À cet égard, compte tenu des écarts identifiés entre les résultats de simulation des trajectoires de migration des radionucléides réalisée avec le modèle Hagsis et les mesures issues de la surveillance radiologique, **l'IRSN considère nécessaire qu'Orano améliore la modélisation mise en œuvre en prenant notamment en compte des cartes piézométriques consolidées.**

En tout état de cause, l'IRSN estime que, en l'état, le modèle Hagsis utilisé ne permet pas de représenter de manière satisfaisante la migration des radionucléides dans les eaux souterraines, notamment dans la zone de l'atelier STE2 de l'INB n° 38 et dans la zone Nord-Ouest du site. **Ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation n° 3 en annexe au présent avis relative à l'amélioration du modèle hydrogéologique Hagsis.**

3. MÉTHODE DE CALCUL DES MARQUAGES EN NAPPE

Pour caractériser les marquages ayant affecté la nappe, Orano s'appuie sur une démarche usuelle fondée sur l'évaluation d'un « *terme source* » disséminé au sommet d'une « colonne » de terrain assortie, dans un premier temps, d'une simulation de l'entraînement des radionucléides par l'infiltration d'eau pluviale dans les terrains jusqu'à la nappe puis, dans un second temps, d'une simulation de la migration des radionucléides dans la nappe au moyen du modèle Hagsis.

Pour l'IRSN, certaines hypothèses retenues par Orano concernant les transferts des radionucléides dans la zone non saturée (ZNS²), notamment les flux d'eau d'infiltration ajustés pour reproduire les fluctuations observées sur un piézomètre et la rétention par les terrains (considérée nulle par Orano) ne sont pas cohérentes avec le milieu géologique du site de La Hague. Ceci a pour effet d'induire des incertitudes dans la détermination des caractéristiques de migration des radionucléides dans la nappe. En particulier, la modélisation réalisée par Orano des transferts des radionucléides dans la ZNS est, à ce stade, trop approximative et ne permet pas d'obtenir une évaluation correcte de la propagation des marquages dans la nappe en aval d'un événement de dissémination donné.

Ainsi, l'IRSN considère que plusieurs améliorations du modèle sont nécessaires afin d'obtenir une meilleure modélisation de la migration des radionucléides en lien avec les marquages de la nappe, même si l'obtention, pour l'ensemble des configurations et cas étudiés, de résultats de modélisation en adéquation complète avec les observations réalisées n'est pas un objectif réaliste. Ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation n° 4 en annexe au présent avis.

En tout état de cause, la prise en compte des données complémentaires disponibles citées au paragraphe 1 du présent avis devrait permettre à Orano de déterminer des paramètres de migration dans la ZNS plus représentatifs.

4. SURVEILLANCE HYDROGÉOLOGIQUE DU SITE DE LA HAGUE

Pour l'IRSN, le suivi hydrogéologique actuellement mis en œuvre par Orano permet de vérifier périodiquement le caractère pertinent du réseau de surveillance radiologique et chimique des eaux souterraines déployé sur le site (nombre et localisation des piézomètres, fréquence des mesures, etc.). **Aussi, les conclusions de la présente expertise n'affectent ni la pertinence des dispositions actuellement en place pour la surveillance des eaux souterraines des INB n°s 33, 38, 47 et 80, ni les actions engagées par Orano pour limiter l'impact des pollutions.**

² ZNS : zone du sous-sol non complètement saturée en eau (coexistence d'eau et d'air dans les interstices de la roche). Il est d'usage courant d'assimiler la ZNS à la colonne des terrains présents au-dessus de la nappe.

5. CONCLUSION

L'IRSN considère que, malgré le travail important conduit par Orano en réponse à la prescription [INB 33, 38 et 47-REEX-18], les éléments transmis comportent plusieurs biais et insuffisances méthodologiques principalement induits par le caractère incomplet des données d'entrées utilisées et par des défauts de représentativité des modélisations mises en œuvre. **Aussi, l'IRSN estime nécessaire qu'Orano reprenne l'analyse de la caractérisation des marquages des eaux souterraines au droit et en aval des INB n^{os} 33, 38, 47 et 80 en tenant compte des recommandations formulées en annexe au présent avis.**

IRSN

Le Directeur général

Par déléation

Anne-Cécile JOUVE

Adjointe au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE À L'AVIS IRSN N° 2024-00102 DU 04 JUILLET 2024

Recommandations de l'IRSN

Recommandation n° 1

L'IRSN recommande qu'Orano complète l'inventaire des données relatives aux événements de dissémination et à la surveillance radiologique des eaux souterraines et exutoires en prenant en compte :

- les événements et les données de surveillance radiologique d'avant 1995 (y compris les données non numérisées antérieures aux années 1980) ;
- les résultats des caractérisations complémentaires conduites sur les eaux souterraines ayant permis d'identifier le ou les radionucléides à l'origine des différents marquages β global ;
- les résultats des mesures « bas niveau » ayant permis d'identifier le ou les radionucléides émetteurs α artificiels.

Recommandation n° 2

Afin d'évaluer les activités radiologiques associées aux événements de dissémination, l'IRSN recommande qu'Orano reprenne l'analyse des données collectées en considérant notamment :

- les marquages détectés avant 1995 (y compris avant la mise en service des drainages profonds) sur l'ensemble des piézomètres et exutoires situés potentiellement en aval de chaque événement ;
- les radionucléides détectés dans les terrains et dans la nappe.

Recommandation n° 3

L'IRSN recommande qu'Orano améliore la modélisation des écoulements souterrains réalisée à l'aide du modèle Hagsis en :

- vérifiant la validité des dômes piézométriques locaux, tant cartographiés que modélisés, sur la base d'investigations in situ permettant d'assurer la bonne connexion des piézomètres concernés à l'aquifère en période de basses eaux. Le cas échéant, Orano identifiera les secteurs pour lesquels le tracé piézométrique et le modèle doivent être ajustés ;
- confortant la représentativité locale du modèle Hagsis (en termes notamment de niveaux et de débits drainés), notamment dans les secteurs de l'atelier STE2 de l'INB n°38 et de la zone Nord-Ouest du site, à l'aide des informations issues des directions de propagation des marquages et des traceurs, ainsi que de l'implantation de la barrière hydraulique en aval de la zone Nord-Ouest.

Recommandation n° 4

L'IRSN recommande qu'Orano reprenne sa démarche d'ajustement de la propagation des marquages dans les terrains pour les différents radionucléides identifiés, afin d'assurer une cohérence entre les résultats du modèle et les mesures réalisées dans la nappe.