



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 3 mai 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2022-00095

Objet : CEA/Saclay - Pollution au tritium de la nappe des sables de Fontainebleau au droit du site

Réf. : Lettre ASN CODEP-OLS-2021-046513 du 6 octobre 2021.

Par lettre citée en 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 le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) concernant l'origine et la quantification des rejets ayant conduit à la pollution de la nappe des sables de Fontainebleau détectée les 25 mai et 4 juin 2021 sur l'un des piézomètres du site CEA de Saclay. L'ASN demande également l'avis de l'IRSN sur les évaluations présentées par le CEA concernant la migration de la pollution identifiée et ses conséquences potentielles.

1. CONTEXTE

Entre novembre 2020 et février 2021, le CEA a procédé à l'implantation de 11 nouveaux piézomètres sur le site de Saclay. La caractérisation de la nappe des sables de Fontainebleau au droit de ces piézomètres a mis en évidence des activités volumiques en tritium inférieures à 100 Bq/L sur dix de ces piézomètres et de 6 200 Bq/L le 25 mai 2021 et de 7 900 Bq/L le 4 juin 2021 sur le piézomètre F64 (cf. ANNEXE 1).

Ces mesures ont conduit le CEA à déclarer le 9 juin 2021 un évènement significatif pour l'environnement puis à transmettre le 5 août 2021 le compte rendu d'évènement significatif (CRES) associé. De l'examen de ces documents, complétés par les éléments recueillis au cours de l'expertise, l'IRSN retient les principaux points développés ci-après.

MEMBRE DE
ETSON

2. ORIGINE ET QUANTIFICATION DES REJETS AYANT CONDUIT À LA POLLUTION DE LA NAPPE DES SABLES DE FONTAINEBLEAU

2.1. ORIGINE DE LA POLLUTION

Le CEA attribue l'origine de l'activité volumique en tritium relevée sur le piézomètre F64 aux rejets intervenus au cours des opérations de reconcentration de l'eau lourde¹ de la pile EL3 (eau lourde n°3) réalisées entre 1964 et 1974 dans le bâtiment actuellement référencé 609, situé à proximité de la pile EL3.

La pile EL3 était un réacteur de recherche de type piscine mettant en œuvre de l'uranium naturel légèrement enrichi et de l'eau lourde comme modérateur et caloporteur. Cette installation a notamment permis d'étudier la résistance de matériaux à l'effet des rayonnements. Elle a été mise en service en juillet 1957 et arrêtée en 1979.

Dans le cadre de l'exploitation d'EL3, le bâtiment 609 a été utilisé, d'une part pour l'entreposage d'eau lourde, d'autre part pour abriter un procédé de reconcentration permettant d'assurer au fluide caloporteur et modérateur du réacteur une teneur en eau lourde suffisante. Ce procédé de reconcentration, mis en service en octobre 1963 et arrêté en 1977, avait pour objectif de séparer l'eau lourde de l'eau légère au moyen d'une distillation fractionnée. Il mettait en œuvre une pompe dite « à anneau liquide » dont le refroidissement était assuré par un circuit d'eau ouvert. L'exutoire du circuit ouvert était alors l'un des « puits aux sables » du CEA, ouvrage permettant l'infiltration d'eau depuis la surface vers la nappe des sables de Fontainebleau située sous le site du CEA/Saclay.

Le 7 octobre 1974, la découverte de tritium dans les eaux du circuit de refroidissement de la pompe à anneau liquide a conduit le CEA à modifier le circuit (évolution vers un circuit fermé) afin d'interrompre les rejets de tritium dans la nappe des sables de Fontainebleau.

Le CEA impute aux rejets précités l'origine de la pollution identifiée en 2021 au niveau du piézomètre F64, sur la base d'une analyse de la cohérence des informations entre :

- l'activité en tritium rejetée et celle mesurée sur le piézomètre F64 ;
- l'implantation du piézomètre F64 et la direction d'écoulement de la nappe depuis le bâtiment 609 ;
- la distance du puits aux sables du bâtiment 609 au piézomètre F64 et la période de rejets du tritium dans la nappe, compte tenu des estimations de la vitesse d'écoulement de celle-ci.

De plus, le CEA n'a recensé ni événement historique, ni autre source potentielle de tritium, en amont du piézomètre F64 pouvant expliquer l'activité volumique en tritium mesurée sur ce piézomètre.

Au cours de l'expertise, le CEA a montré que la présence concomitante de deutérium et de tritium relevée sur ce piézomètre permet de confirmer l'hypothèse de rejets d'eau lourde fortement tritiée dans le puits aux sables du bâtiment 609 survenus entre 1964 et 1974.

Ainsi, l'attribution par le CEA de l'origine de l'activité volumique en tritium relevée sur le piézomètre F64 aux rejets effectués dans le puits aux sables du bâtiment 609 entre 1964 et 1974 dans le cadre de l'exploitation de la pile EL3 n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.

¹ L'eau lourde ou oxyde de deutérium D₂O (ou ²H₂O) est constituée des mêmes éléments chimiques que l'eau ordinaire (ou légère) H₂O (ou ¹H₂O), mais ses atomes d'hydrogène comportent un neutron supplémentaire. Lors du fonctionnement d'un réacteur mettant en œuvre de l'eau lourde, du tritium (³H₁) est produit par capture neutronique des noyaux de deutérium : l'eau lourde, initialement non radioactive, s'enrichit alors en tritium qui est radioactif.

2.2. QUANTIFICATION DES REJETS

Le CEA estime que les rejets effectués depuis le bâtiment 609 entre 1964 et 1974 ont été de l'ordre de 29 TBq de tritium. L'IRSN note que cette estimation est globalement en accord avec les informations disponibles dans les documents établis à la suite de la découverte, en 1974, de tritium dans les eaux de refroidissement de la pompe à anneau liquide.

Néanmoins, les incertitudes associées à certaines hypothèses mises en avant par le CEA pour quantifier les rejets en tritium effectués dans le puits aux sables du bâtiment 609 n'ont pas fait l'objet d'évaluation (date précise du démarrage du procédé de traitement de l'eau lourde, débit de traitement, périodes de mise en œuvre du procédé, etc.). Elles induisent donc une incertitude globale sur l'évaluation de la quantité totale de tritium rejeté.

En tout état de cause, sur la base de ses propres évaluations, l'IRSN considère que l'incertitude sur la quantification des rejets en tritium dans la nappe est inférieure à un ordre de grandeur en termes d'activité. **Ainsi, l'IRSN considère que la quantité de tritium rejetée dans la nappe des sables de Fontainebleau entre 1964 et 1974 peut être estimée comprise entre 29 et 70 TBq. De fait, en tenant compte de la décroissance radioactive du tritium, l'inventaire résiduel de tritium actuellement en présence dans la nappe peut être compris entre 1,7 et 4 TBq.**

3. MIGRATION DE LA POLLUTION DANS LA NAPPE DES SABLES DE FONTAINEBLEAU

Dans les éléments présentés, le CEA estime qu'il faudra entre 30 et 56 ans pour que le tritium rejeté dans la nappe des sables de Fontainebleau atteigne la bordure sud du site de Saclay et entre 90 et 140 ans pour que ce radionucléide parvienne en bordure du plateau de Saclay. Le CEA ajoute que la décroissance radioactive du tritium permettra d'atténuer significativement le marquage en limite du site du CEA/Saclay et de le rendre quasiment inexistant à hauteur des résurgences de la nappe.

Compte tenu de l'augmentation du gradient hydraulique en partie sud du site de Saclay et du fait que les activités volumiques mises en évidence sur le piézomètre F64 montrent que la pollution est déjà présente en aval de cet ouvrage, l'IRSN estime pour sa part que le temps nécessaire pour que le tritium atteigne la limite sud du site est compris entre 20 et 34 ans, ce qui permettra une atténuation de l'activité par décroissance radioactive d'un facteur compris entre 3,1 et 6,7. L'IRSN considère donc que l'activité de l'ordre de 8 000 Bq/L de tritium relevée en 2021 sur le piézomètre F64 devrait conduire, compte tenu des informations disponibles à ce jour, à une activité volumique en tritium comprise entre 1 200 et 2 500 Bq/L lorsque la pollution atteindra la limite sud du site. **Ces valeurs ne sont pas en accord avec les évaluations présentées par le CEA.**

Enfin, le CEA n'a pas tenu compte, dans ses évaluations, des effets de la dispersion de la pollution dans la nappe. Or, ce phénomène, assimilable à un étalement de la pollution, induit à la fois une apparition anticipée de la pollution sur les piézomètres implantés en aval du point de rejet et une persistance du marquage au droit des piézomètres déjà affectés par la pollution. Ainsi, en tenant compte de ces effets, l'IRSN considère que le tritium provenant des premiers rejets effectués en 1964 pourrait être détectable dès le début des années 2040 sur les piézomètres positionnés en limite sud du site. **En tout état de cause, l'IRSN estime que la détection, dans les prochaines années, de l'arrivée de la pollution sur les piézomètres F45 et F46, situés à mi-chemin entre le point de rejet et la limite du site de Saclay, permettra de mieux appréhender la migration de la pollution dans la nappe.**

4. SURVEILLANCE ET GESTION DE LA POLLUTION

S'agissant des dispositions prévues pour améliorer la caractérisation et le suivi de l'évolution de la pollution au tritium de la nappe des sables de Fontainebleau, le CEA indique qu'il confrontera les données de surveillance récemment acquises (*via* notamment les piézomètres nouvellement installés), relatives à la piézométrie et aux activités volumiques en tritium mesurées, au modèle numérique des écoulements d'eau et de la migration de tritium dans la nappe des sables de Fontainebleau.

Sur le sujet de la modélisation numérique de l'hydrogéologie du site, l'IRSN considère qu'il appartient au CEA :

- de prendre en compte la variabilité de l'épaisseur saturée de la nappe, mise en évidence par l'implantation des nouveaux piézomètres, afin de modéliser correctement les phénomènes de dilution au droit du site ;
- de recenser, parmi les puits aux sables implantés en amont et en aval du piézomètre F64, ceux qui ont été connectés à des drainages en périphérie des bâtiments afin de prendre en compte l'influence locale des rejets sur les directions d'écoulement de la nappe.

L'IRSN considère en outre que, compte tenu des nombreuses incertitudes inhérentes au modèle hydrogéologique de site, une caractérisation actuellement limitée au seul piézomètre F64 ne suffit pas à déterminer l'ampleur de la pollution dans la nappe. **Même si la détection de la pollution sur les piézomètres F45 et F46 permettra d'améliorer cette caractérisation, l'IRSN estime que la surveillance de la pollution doit être renforcée au voisinage de ces deux piézomètres. Ceci fait l'objet de la recommandation n° 1 formulée en annexe 2 au présent avis.**

Pour ce qui concerne les conséquences de la pollution au tritium de la nappe des sables de Fontainebleau, le CEA indique que, au regard de la vitesse estimée de migration du tritium dans la nappe, de la période radioactive du tritium et des activités volumiques en tritium actuellement mesurées, les activités qui seront mesurées dans plusieurs années en sortie de site ou en bordure du plateau de Saclay resteront inférieures à la valeur guide définie par l'OMS pour la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (10 000 Bq/L). Le CEA conclut ainsi que la présence de tritium dans la nappe des sables de Fontainebleau sous le site de Saclay n'a aucune conséquence, ni actuelles, ni futures, pour le personnel du CEA, le public ou l'environnement. Il ne prévoit donc aucune disposition particulière visant à supprimer, limiter ou contenir la pollution.

Sur ce sujet, l'IRSN partage le fait qu'il n'existe à ce stade aucun élément permettant de craindre une arrivée rapide de la pollution au tritium issue des rejets du bâtiment 609 en limite du périmètre du site de Saclay. **L'IRSN considère donc que la situation actuelle ne présente pas de caractère d'urgence du point de vue de la maîtrise des risques pour le public.**

En revanche, l'IRSN estime que la justification du CEA d'absence de conséquences, fondée uniquement sur une comparaison d'activité en tritium estimée dans la nappe à la valeur guide de l'OMS associée à un usage spécifique, n'est pas suffisante. En effet, la valeur guide de 10 000 Bq/L n'est pas une limite de potabilité, mais une valeur repère dans le cadre de la gestion du risque radiologique. L'IRSN considère en conséquence que cette valeur ne permet pas, par définition, de justifier de l'absence d'impact dosimétrique. **Pour l'IRSN, la justification du CEA doit donc être complétée par une évaluation des conséquences radiologiques pour le public, fondée notamment sur la définition de scénarios d'usage des eaux de la nappe marquée au tritium hors de l'emprise du site de Saclay (usages alimentaire, domestique, agricole, etc.). Ceci fait l'objet de la recommandation n°2 formulée en annexe 2 au présent avis.**

5. CONCLUSION

De l'examen des éléments présentés par le CEA à la suite de l'identification d'une pollution au tritium significative de la nappe des sables de Fontainebleau située sous son site de Saclay, l'IRSN considère que le CEA a identifié l'origine de cette pollution et correctement évalué l'ordre de grandeur des rejets survenus.

En outre, bien que la situation ne présente pas d'urgence radiologique d'un point de vue sanitaire ou environnemental, compte tenu des incertitudes qui demeurent à l'égard de la caractérisation et de la propagation de la pollution au tritium, l'IRSN considère que le CEA doit compléter les dispositions de surveillance de la nappe mises en œuvre et conforter son évaluation de l'impact de cette pollution selon les recommandations formulées en annexe 2 au présent avis.

IRSN

Le Directeur général

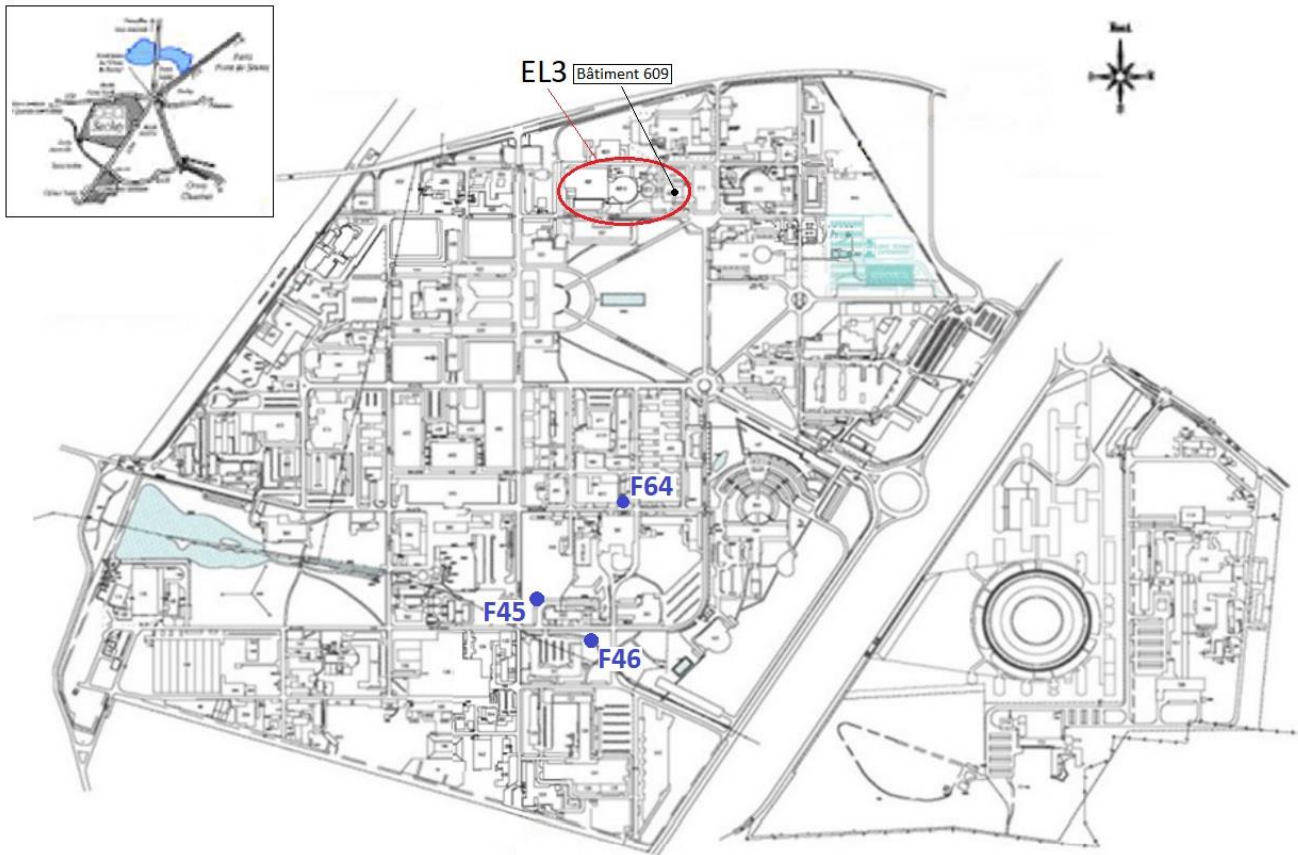
Par délégation

Anne-Cécile JOUVE

Adjointe au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE 1 À L'AVIS IRSN N° 2022-00095 DU 3 MAI 2022

Implantation des piézomètres sur le site de Saclay



ANNEXE 2 À L'AVIS IRSN N° 2022-00095 DU 3 MAI 2022

Recommandations de l'IRSN

Recommandation N° 1

L'IRSN recommande que le CEA complète les dispositions de surveillance piézométrique du site de Saclay afin de caractériser précisément la trajectoire de propagation de la pollution au tritium vers la limite du site, son extension latérale et sa vitesse de progression. En outre, le CEA transmettra périodiquement les résultats de la surveillance de cette pollution.

Recommandation N° 2

L'IRSN recommande que le CEA présente une évaluation des conséquences radiologiques prévisionnelles pour le public de la présence de tritium dans l'eau de la nappe des sables de Fontainebleau. Cette évaluation prendra notamment en compte des scénarios d'usage de l'eau de la nappe marquée au tritium.