

Fontenay-aux-Roses, le 21 février 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de Sûreté Nucléaire

## AVIS IRSN N° 2022-00028

---

**Objet :** INB n°162 – EDF-EL4-D (Brennilis)  
**Assainissement des sols situés sous l'ancienne station de traitement des effluents –  
vérification de l'atteinte des objectifs d'assainissement**

---

**Réf. :** [1] Décret n° 2011-886 du 27 juillet 2011  
[2] Courrier CODEP-CLG-2018-015988 du 25/04/2018  
[3] Courrier CODEP-DRC-2019-029479 du 10/07/2019  
[4] Avis IRSN de 2020-00057 16/04/2020  
[5] Courrier CODEP-DRC-2020-021478 du 16/04/2020

---

En 2008, EDF a réalisé l'état des lieux radiologiques de l'ancien bâtiment de la Station de Traitement des Effluents (STE) de la centrale nucléaire de production d'électricité de Brennilis (29) au niveau du bâtiment, du radier et des terrains (remblais et sols) sous-jacents. Cette étude a mis en évidence, une pollution importante en <sup>137</sup>Cs du radier (moyenne : 12 386 Bq/kg, maximum : 102 669 Bq/kg), ainsi que des terrains sous-jacents (moyenne des terres : 754 Bq/kg ; maximum des terrains : 11 727 Bq/kg). Cette pollution en <sup>137</sup>Cs était répartie principalement dans deux couches distinctes ; une couche située immédiatement sous le radier et une autre couche (lentille) située en profondeur (entre 3 et 3,5 m). Parmi les analyses réalisées, EDF a également constaté la présence d'autres radionucléides que le <sup>137</sup>Cs tels que le <sup>60</sup>Co, le <sup>3</sup>H, et le <sup>63</sup>Ni.

Par le décret cité en référence [1], l'ASN a autorisé EDF à procéder aux opérations de démantèlement partiel de l'ancienne STE par le retrait des murs et du radier pollué. Par la décision citée en référence [2], l'ASN a autorisé l'assainissement partiel des terrains situés sous l'ancien radier jusqu'à une profondeur de 50 cm, conformément au dossier transmis par EDF. En septembre 2018, EDF a achevé les travaux et a transmis à l'ASN en décembre 2018 un dossier présentant ses contrôles de fin de travaux afin de démontrer l'atteinte des objectifs d'assainissement partiel conformément au dossier validé par l'ASN. Ce dossier comprend notamment la vérification de l'atteinte d'objectif de hauteur de retrait des terres, les contrôles radiologiques composés du

niveau moyen de l'activité en  $^{137}\text{Cs}$  dans les terres de surfaces, les analyses démontrant la présence d'autres radionucléides<sup>1</sup> ainsi qu'une cartographie du niveau de débit d'équivalent de dose gamma ambiant.

En 2019, par lettre citée en référence [3], l'ASN a demandé à l'IRSN de procéder à des mesures en surface et, autant que possible en profondeur, afin d'évaluer la cohérence de l'état radiologique final du site avec les éléments transmis par EDF dans son dossier. Cette demande a fait l'objet de l'avis IRSN 2020-00057 [4]. Lors de cette instruction, des prélèvements n'ont pu être réalisés qu'en surface, la géologie locale des terrains n'ayant pas permis d'aller plus en profondeur sans moyen de forage spécifique.

Aussi en 2020, par lettre citée en référence [5], l'ASN a demandé à l'IRSN d'expertiser des prélèvements issus des terrains en profondeur réalisés par EDF<sup>2</sup>. En particulier, la demande de l'ASN se concentrait sur le besoin de :

- confirmer la présence d'une lentille de contamination située à une profondeur comprise entre 3 et 3,5 m ;
- confirmer les niveaux moyens d'activités massiques en  $^{137}\text{Cs}$  de cette lentille ;
- rechercher la présence éventuelle de radionucléides émetteurs gamma ( $^{60}\text{Co}$ ,  $^{108}\text{Ag}^m$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{155}\text{Eu}$ ), émetteurs bêta ( $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{63}\text{Ni}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{241}\text{Pu}$ ) et émetteurs alpha ( $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ).

Pour répondre à la saisine de l'ASN, l'IRSN a procédé de la façon suivante :

- à l'issue de l'instruction réalisée par l'IRSN en 2019, sur la base de l'analyse du dossier d'EDF et d'une étude géophysique des terrains, l'Institut a transmis à EDF ses recommandations techniques concernant la localisation des forages à réaliser ainsi que la méthodologie de forage à utiliser pour minimiser les contaminations croisées et préserver l'intégrité de la structure des terrains dans les carottes extraites ;
- l'Institut est intervenu du 29 septembre 2020 au 2 octobre 2020 sur le site de la STE afin d'observer la réalisation des premiers forages et de réaliser des observations de terrain concernant la nature, la composition et la structure des terrains sous la STE de Brennilis ;
- à la réception des carottes envoyées par EDF, l'Institut a procédé à leur expertise radiologique et lithologique, et a sélectionné par carotte les échantillons les plus pertinents à analyser en laboratoire. Au total, 90 échantillons<sup>3</sup> ont été sélectionnés ;
- les activités massiques en  $^{137}\text{Cs}$  des échantillons sélectionnés ont été mesurées ;
- la présence d'émetteurs gamma ( $^{60}\text{Co}$ ,  $^{108}\text{Ag}^m$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{155}\text{Eu}$ ), d'émetteurs bêta ( $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{63}\text{Ni}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{241}\text{Pu}$ ), d'émetteurs alpha ( $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ) a été recherchée pour les échantillons sélectionnés dans la zone de la lentille de contamination ;
- la cohérence des activités massiques en  $^{137}\text{Cs}$  mesurées par l'IRSN avec les valeurs présentées par EDF a été évaluée.

De son étude, l'IRSN retient les éléments suivants :

- Pour les points a. et b. de la saisine, concernant la lentille de contamination en profondeur et les niveaux moyens d'activités massiques en  $^{137}\text{Cs}$ , les mesures effectuées par l'IRSN n'ont pas confirmé les niveaux de contamination mesurés par EDF.** La majorité des analyses effectuées n'a pas mis en

<sup>1</sup>  $^3\text{H}$  (libre et lié),  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{63}\text{Ni}$

<sup>2</sup> Les prélèvements en profondeur ont tous été réalisés entre septembre et octobre 2020, à une période où le niveau de la nappe située sous la STE permettait d'atteindre la cote de 214 m NGF avec les forages, sans risque d'atteindre la nappe phréatique rabattue sous le site.

<sup>3</sup> Le nombre de prélèvement retenu à analyser, très proche du nombre de prélèvements analysés par EDF (98 mesures), permet la comparaison directe des jeux de données IRSN et EDF.

évidence la présence de  $^{137}\text{Cs}$  au-delà de la limite de détection<sup>4</sup> (LD = 1 Bq/kg sec). Seules 4 % des activités massiques des échantillons mesurés sont supérieures à 1 Bq/kg<sup>5</sup>, avec une valeur maximale égale à 26,3 Bq/kg en  $^{137}\text{Cs}$ <sup>6</sup>. Les activités en  $^{137}\text{Cs}$  mesurées par l'IRSN sont donc très faibles et inférieures de plusieurs ordres de grandeur aux activités mesurées par EDF.

Afin de vérifier que le nombre et l'emplacement des forages, qui diffèrent entre les campagnes d'EDF de 2008 et de l'IRSN de 2020, n'expliquent pas l'écart entre les gammes d'activités mesurées, l'IRSN a mené une analyse géostatistique (i.e. statistique intégrant la dimension spatiale) qui conduit à rejeter cette hypothèse. En effet, l'interpolation des données acquises par EDF aux points de prélèvement de l'IRSN montre que la pollution en  $^{137}\text{Cs}$  rapportée par EDF dans son PGT de 2008 n'est pas compatible avec les valeurs mesurées par l'IRSN en 2020.

**Aussi, au regard de ses propres mesures et de l'étude géostatistique des mesures d'EDF, l'IRSN ne confirme pas la présence d'une lentille de contamination en profondeur telle que rapportée par EDF dans son étude de 2008.**

Afin de tenter d'expliquer l'origine des différences entre son étude et celle d'EDF, l'IRSN a analysé l'hypothèse d'une disparition de la contamination entre 2008 et 2020 (soit par lessivage des eaux souterraines, soit par formation de petites lentilles non détectées par les forages réalisés en 2020). L'IRSN a également expertisé les données fournies par l'exploitant concernant la méthode de forage utilisée par EDF en 2008, afin d'identifier si cette méthode pouvait expliquer les différences observées entre 2008 et 2020.

Dans sa démarche d'expertise, l'IRSN a identifié la présence de failles au niveau du sol de la STE pouvant créer des zones d'écoulement préférentiel d'eau et une hétérogénéité des terrains. Ce contexte complexe est susceptible d'induire des mobilités préférentielles du césium, ainsi que des interfaces de rétention. Ainsi une évolution de la pollution entre 2008 et 2020, soit par migration de la contamination hors du périmètre de l'expertise de la STE, soit par formation de petites lentilles ne peut être totalement exclue. Cependant, il est très peu probable que seule la mobilité du  $^{137}\text{Cs}$  soit la cause des différences constatées entre les études réalisées en 2008 et en 2020, compte tenu, d'une part, de l'absence de mesures significatives en  $^{137}\text{Cs}$  en profondeur en 2020, en particulier au niveau de zones de retentions préférentielles, d'autre part, de l'absence de mesure significative de  $^{137}\text{Cs}$  par EDF dans son suivi des eaux de pompages qui écarte l'hypothèse d'un transfert de pollution hors des terrains sous la STE.

**Aussi, compte-tenu de ces différentes observations et des paramètres géochimiques qui concourent à la mobilité du  $^{137}\text{Cs}$ , l'IRSN estime que l'hypothèse d'une disparition de la lentille de contamination entre 2008 et 2020, par un lessivage par les eaux souterraines ou par la formation de petites lentilles, est très peu plausible.**

Concernant la méthode de forage retenue par l'exploitant, l'IRSN constate que les forages réalisés par EDF en 2008 ont mis en œuvre deux types d'outils de prélèvements : des carottiers et des taillants. L'IRSN estime que la méthode des taillants peut entraîner une contamination croisée des prélèvements, soit par des fractions issues du radier contaminé, soit par des fractions des remblais contaminés. Les

<sup>4</sup> La limite de détection (LD) : elle est égale à deux fois le seuil de décision. Le seuil de décision d'une mesure correspond à la valeur au-dessus de laquelle on peut affirmer que le radionucléide recherché est présent avec certitude.

<sup>5</sup> Dans la suite du document la notion de Bq/kg sec de terrain sera simplifiée par la notion de Bq/kg afin d'alléger la lecture du document.

<sup>6</sup> La valeur médiane des activités massiques en  $^{137}\text{Cs}$  mesurées par EDF dans les sols était de 26 Bq/kg, la valeur maximale mesurée est égale à 11 727 Bq/kg.

prélèvements de 2020 n'ont, quant à eux, été réalisés uniquement avec des carottiers conformément à la recommandation de l'IRSN.

L'analyse par l'IRSN du protocole des forages 2008 par rapport aux niveaux les plus marqués en  $^{137}\text{Cs}$  met en exergue que, dans la plupart de ces forages, les niveaux marqués en  $^{137}\text{Cs}$  sont localisés au début des passes. Ces observations sont compatibles avec le scénario d'une contamination en profondeur du fait du protocole de forage.

**Au regard des éléments étudiés, l'IRSN estime que l'hypothèse d'une contamination croisée, par transfert de la contamination du radier de la STE vers les terrains prélevés en profondeur résultant d'une des méthodes de forage mise en œuvre en 2008, est la plus plausible pour expliquer les activités en  $^{137}\text{Cs}$  mesurées par EDF dans ces échantillons.**

- **Pour le point c. concernant la présence éventuelle d'autres radionucléides :** les mesures effectuées montrent que les radionucléides suivants  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{108}\text{Ag}^m$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{155}\text{Eu}$ ,  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Pu}$  et  $^{241}\text{Am}$  n'ont pas été détectés à des valeurs supérieures aux limites de détection de la méthode utilisée. Cependant :
  - trois mesures sur cinq montrent la présence de  $^{63}\text{Ni}$  dans les terrains en profondeur. La valeur maximale mesurée est égale à  $2,28 \pm 0,41$  Bq/kg. Cette valeur est très inférieure à la valeur forfaitaire maximale retenue par EDF dans son dossier pour le  $^{63}\text{Ni}$  dans les terrains sous la STE (valeur moyenne retenue de 480 Bq/kg) ;
  - trois mesures sur cinq montrent la présence de  $^{90}\text{Sr}$  dans les terrains en profondeur, la valeur maximale mesurée est égale à  $0,34 \pm 0,13$  Bq/kg. Cette valeur est inférieure à la limite de détection de la méthode retenue par EDF au cours de ses analyses radiologiques historiques.

**Pour les émetteurs gamma ( $^{60}\text{Co}$ ,  $^{108}\text{Ag}^m$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{155}\text{Eu}$ ), les émetteurs bêta ( $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{63}\text{Ni}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{241}\text{Pu}$ ) et les émetteurs alpha ( $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ) mentionnés dans la saisine de l'ASN, les mesures de l'IRSN sont cohérentes avec les valeurs retenues par l'exploitant dans son dossier.**

**En conclusion, les mesures de l'IRSN ne confirment pas la présence d'une lentille de contamination telle qu'identifiée par EDF en 2008 entre 3 et 3,5 m de profondeur. En effet, l'IRSN n'a mesuré que de faibles activités en  $^{137}\text{Cs}$  dans les sols en profondeur sous la STE, inférieurs de plusieurs ordres de grandeurs à ceux rapportés par EDF.**

**L'IRSN estime que l'hypothèse d'une contamination croisée, par transfert de la contamination du radier de la STE vers les terrains prélevés en profondeur résultant d'une des méthodes de forage mise en œuvre en 2008, est la plus plausible pour expliquer les activités en  $^{137}\text{Cs}$  mesurées par EDF dans ces échantillons.**

**En ce qui concerne les autres radionucléides objets de la saisine ( $^{60}\text{Co}$ ,  $^{108}\text{Ag}^m$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{155}\text{Eu}$ ,  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{63}\text{Ni}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{241}\text{Pu}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ), les mesures réalisées par l'IRSN n'ont mis en évidence que la présence de  $^{63}\text{Ni}$  et de  $^{90}\text{Sr}$  à des niveaux inférieurs aux valeurs retenues par l'exploitant dans son dossier.**

Pour le Directeur Général et par délégation  
 Marc GLEIZES  
 Adjoint au directeur de l'environnement  
 au sein du Pôle Santé et Environnement