

Fontenay-aux-Roses, le 20 avril 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2017-00136

Objet :           Établissement AREVA NC de La Hague  
                  Présence de radioactivité artificielle au nord-ouest de l'établissement  
                  AREVA NC de La Hague

Réf.               **Lettre ASN CODEP-CAE-2017-006515 du 14 février 2017**

A la suite de mesures réalisées en 2016 par l'association ACRO indiquant la présence d'américium, de césium, de plutonium et de strontium à proximité de la source du ruisseau des Landes, dans la zone de bocage située au nord-ouest de l'établissement AREVA NC de La Hague, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a demandé à AREVA NC d'expliquer les origines possibles de ces contaminations et les voies de transfert susceptibles de les expliquer, de préciser les risques sanitaires associés et d'examiner la nécessité de compléter son programme de surveillance de l'environnement.

Par lettre citée en référence, l'ASN demande l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la note technique transmise par AREVA NC en décembre 2016, en réponse à cette demande.

## 1 ELEMENTS DE CONTEXTE

### 1.1 Description de la zone concernée par les pollutions

La zone située au nord-ouest à l'extérieur de l'établissement AREVA NC de La Hague se caractérise par un milieu de type bocage occupé par des prairies consacrées à l'élevage bovin. Dans cette zone, à une cinquantaine de mètres au nord de la clôture de l'établissement, la nappe phréatique donne naissance à une source, à l'origine d'une zone humide, d'une centaine de mètres carrés, et du ruisseau des Landes. Cette source se déverse en partie dans un abreuvoir, près duquel ont été effectués les prélèvements réalisés par l'association ACRO pour les mesures précitées. Il est à noter que le ruisseau et la zone proche de l'abreuvoir font l'objet de contrôles réguliers par AREVA NC, dans le cadre du programme de surveillance réglementaire, et par l'IRSN.

Adresse Courrier  
BP 17  
92262 Fontenay-aux-Roses  
Cedex France

Siège social  
31, av. de la Division Leclerc  
92260 Fontenay-aux-Roses  
Standard +33 (0)1 58 35 88 88  
RCS Nanterre 8 440 546 018

Surplombant ce bocage, dans la partie nord-ouest de l'établissement AREVA NC de La Hague, une zone dite « zone nord-ouest » (ZNO) comprend des entreposages de déchets radioactifs. Des déchets, provenant principalement de l'exploitation de l'usine UP2-400 qui est en cours de démantèlement, y ont été entreposés durant les années 1960 à 1990. Certains de ces entreposages ont depuis été vidés. Des événements survenus dans cette zone, détaillés dans le présent avis, ont entraîné des dispersions de substances radioactives dans l'environnement.

Dans le silo 130, mis en service en 1973, sont entreposés des déchets de structure de combustibles de la filière uranium naturel-graphite-gaz (UNGG). Suite à un incendie survenu le 6 janvier 1981, les déchets de ce silo sont en partie noyés par l'eau d'extinction. Cet incendie a entraîné des rejets de césium 137 et les mesures effectuées par la suite, sur le site et hors du site, ont mis en évidence une contamination des sols en césium 137. En 2014, la construction d'une installation de reprise des déchets de ce silo a été entreprise, ces opérations de reprise devant débuter début 2018. L'exploitant contrôle quotidiennement l'état radiologique de la nappe phréatique autour du silo 130, via des piézomètres, pour vérifier l'absence de fuite de ce silo.

Une ancienne plateforme, constituée d'une dalle en béton, a été utilisée pour l'entreposage à l'air libre, jusqu'en 1989, de déchets conditionnés dans des blocs en béton. Ces blocs ont été transférés au centre de stockage de la Manche au début des années 1990. Entre 1973 et 1974, des blocs en provenance de l'INB n° 47 (ELAN IIB), contenant des déchets contaminés en césium 137, et éventuellement en strontium 90, ont présenté des fissures à l'origine d'une contamination par voie aérienne du bocage autour du ruisseau des Landes. En 1979, d'autres blocs, provenant de l'atelier AT1 de l'usine UP2-400 et renfermant des déchets contaminés par des radionucléides émetteurs  $\alpha$ , ont également présenté des fissures. Toutefois, selon les documents de l'exploitant de l'époque, cela n'aurait pas conduit à la dispersion de substances radioactives. Par la suite, ces blocs en béton ont été conditionnés dans des caissons en acier.

Des fosses bétonnées ont été utilisées pour l'entreposage de déchets technologiques contaminés par des radionucléides émetteurs  $\beta$  et  $\alpha$  (conditionnés en sacs en vinyle, dans des fûts...). Les premières fosses mises en service présentaient des défauts d'étanchéité, qui ont conduit à une contamination de la nappe phréatique. Ces fosses ont été vidées et assainies entre 1990 et 2002, à l'exception d'une fosse qui contient un déchet métallique immobilisé dans du béton. L'une de ces fosses a été équipée de cuves dans lesquelles sont entreposées des boues issues de l'assainissement des autres fosses.

Enfin, des tranchées dites de « pleine terre » ont été remplies, entre 1971 et 1978, de déchets technologiques de très faible activité radiologique conditionnés en sacs en vinyle. Un système de drainage récupère les eaux infiltrées dans ces tranchées, situées au-dessus de la nappe phréatique. En outre, des tubes de contrôle implantés au droit des tranchées permettent le prélèvement et le contrôle des eaux d'infiltration. Des traces de radionucléides émetteurs  $\alpha$ , de strontium 90 et de césium 137 sont régulièrement détectées lors de ces contrôles. Toutefois, les analyses réalisées sur les prélèvements effectués dans des tubes de contrôle disposés autour des tranchées, au niveau du système de drainage, et dans la nappe phréatique au voisinage des tranchées, n'ont pas conduit à des mesures significatives de radioactivité.

## **1.2 Contaminations de la zone de bocage située au nord-ouest**

Les résultats des mesures réalisées par l'association ACRO sur des mousses aquatiques, des sédiments, des sols et des végétaux prélevés à proximité de la source du ruisseau des Landes mettent en évidence des contaminations par de l'américium 241, du césium 137, du strontium 90 et du plutonium.

Les campagnes de mesure réalisées par AREVA NC à la suite de la publication de ces résultats de mesures confirment ces contaminations. En outre, AREVA NC indique que les valeurs élevées en américium 241 sont localisées dans un périmètre restreint autour de la résurgence de la nappe phréatique à l'origine du ruisseau des Landes. Par ailleurs, AREVA NC a réalisé des analyses en amont et en aval de cette zone, montrant également des marquages en radionucléides.

A cet égard, il convient de rappeler que, dans le cadre de la surveillance radiologique régulière du site, le ruisseau des Landes et l'abreuvoir font l'objet de prélèvements d'échantillons par AREVA NC et par l'IRSN. Le point de prélèvement d'eau de surface et de sédiments était jusqu'en 2010 situé au niveau de l'abreuvoir pour l'IRSN (point de prélèvement dit R14) et légèrement en amont pour AREVA NC. En 2011, afin de disposer de prélèvements de sédiments plus représentatifs d'un cours d'eau, l'IRSN a déplacé son point de prélèvement R14 en aval. AREVA NC a conservé le suivi de l'eau et des végétaux au niveau de son point de prélèvement, mais a déporté le suivi des sédiments en aval (proche du nouveau point retenu par l'IRSN).

Comme mentionné dans les bilans de l'état radiologique de l'environnement français régulièrement publiés par l'IRSN, les mesures réalisées, notamment avant 2011, montrent déjà un marquage particulier au niveau de la source du ruisseau des Landes, notamment en césium 137, strontium 90, américium 241 et plutonium. Les niveaux maximaux mesurés avant 2010, présentés en annexe 3 au présent avis, sont inférieurs à ceux mesurés par l'association ACRO en 2016, mais du même ordre de grandeur. A cet égard, l'IRSN souligne que les résultats des mesures peuvent fluctuer en fonction notamment des modalités de prélèvement des échantillons et de la localisation du prélèvement. Par ailleurs, les valeurs mesurées dans les sédiments ont présenté de fortes variations au cours du temps, avec notamment un pic durant la période 2002-2004.

## **2 ORIGINES POSSIBLES DE LA CONTAMINATION**

Dans la note technique transmise en décembre 2016, AREVA NC cite comme origine possible du marquage de la source du ruisseau des Landes, des transferts de radionucléides par les eaux souterraines à partir des fosses bétonnées non étanches de la ZNO. En outre, selon l'étude d'impact réalisée dans le cadre de la demande de démantèlement complet de l'usine UP2-400, un marquage global de cette zone est également attribué aux rejets intervenus lors de l'incendie du silo 130.

### **2.1 Analyse basée sur les caractéristiques des contaminations**

En se basant sur les teneurs isotopiques mesurées pour le césium, l'exploitant conclut que les matières à l'origine des contaminations ne sont pas issues du traitement récent de combustibles. A cet égard, l'association ACRO conclut, en se fondant sur les teneurs isotopiques des actinides (plutonium et américium), que le marquage en américium 241 de la zone de la source du ruisseau des Landes correspond à des déchets produits lors de traitements de combustibles réalisés au début des années 1970. Pour rappel, de tels déchets ont été entreposés dans la ZNO.

Sur la base de la comparaison des compositions isotopiques des matières issues des mesures réalisées dans l'environnement et de celles associées aux chroniques de traitement des combustibles par l'établissement de La Hague, l'IRSN confirme que les différents marquages de la zone de bocage au « nord-ouest » de cet établissement correspondent à des matières issues du traitement de combustibles de type UNGG réalisé dans les années 70 et des matières issues de l'atelier ELAN IIB.

Plus globalement, les données récentes de la surveillance radiologique de l'établissement AREVA NC de La Hague (atmosphérique et eau de la nappe) permettent d'écarter un événement récent ayant pu conduire à une dispersion de radionucléides, notamment liée aux travaux actuellement effectués autour du silo 130.

Par ailleurs, l'IRSN relève que la répartition géographique des radionucléides n'est pas homogène dans la zone concernée par les contaminations. De manière macroscopique, l'ensemble de cette zone fait l'objet d'un marquage en césium 137 ; au sein de cette zone, la résurgence de la nappe et la zone humide associée présentent en plus un marquage en strontium 90, en américium 241 et en plutonium. Par ailleurs, des points singuliers de cette zone présentent un marquage en césium 137 et en américium 241, à des activités plus faibles que celles observées au niveau de la résurgence et de la zone humide.

## **2.2 Analyse des modes de transfert de la contamination et origines possibles des contaminations**

Selon l'exploitant, le strontium 90 mesuré dans les eaux de la nappe est lié aux infiltrations de radionucléides dans les sols à partir des fosses bétonnées non étanches (aujourd'hui vides), dès les années 1970. Cette contamination se retrouve dans les sols au niveau de la résurgence de la nappe donnant naissance au ruisseau des Landes.

La zone de la résurgence de la nappe présente un marquage différent du reste de la zone, en termes de radionucléides présents ; de plus, les plus fortes concentrations en césium, strontium, plutonium et américium y ont été mesurées. Ceci peut résulter d'un phénomène d'entraînement de radionucléides par l'eau de la nappe (notamment de plutonium et d'américium), éventuellement à de très faibles concentrations, et de fixation progressive de ces radionucléides dans les sols traversés par la nappe. A cet égard, les dernières mesures d'eau de la nappe réalisées par l'IRSN, en janvier 2017, à partir d'un piézomètre situé juste en amont de la résurgence à l'origine du ruisseau des Landes montre la présence, à de faibles concentrations, de plutonium et d'américium. Un tel phénomène pourrait conduire à une augmentation dans le temps du marquage au niveau de la résurgence de la nappe. Afin d'examiner cette hypothèse, l'IRSN recommande que l'exploitant procède à la recherche spécifique des radionucléides émetteurs  $\alpha$  et  $\beta\gamma$  et du strontium 90 dans l'eau de la nappe, à l'aide de techniques de mesure « bas niveau ». Ceci fait l'objet de la recommandation n° 1 présentée en annexe 1 au présent avis.

En tout état de cause, pour la zone de la résurgence, l'IRSN estime qu'un mode de transfert de la contamination par les eaux souterraines est vraisemblable, concernant notamment le strontium 90, l'américium 241 et le plutonium. Au regard des directions d'écoulement de l'eau de la nappe, les événements associés aux fosses bétonnées seraient à l'origine de cette contamination.

Pour la zone surplombant la source du ruisseau des Landes (entre la clôture du site et la résurgence de la nappe), la nappe se situe à une profondeur de 3 à 5 m. Les contaminations des sols dans cette zone, essentiellement constituées de césium 137, ne peuvent donc pas être attribuées à un transfert par les eaux de la nappe. Aussi, une origine aérienne pour cette contamination est à privilégier. A cet égard, les relâchements d'activité par des blocs en béton entreposés sur la plateforme de la ZNO, mis en évidence en 1974, ont sans doute contribué à cette contamination, qui concerne l'ensemble de la zone de bocage. Ceci est corroboré par les mesures réalisées juste après cet événement. Concernant l'incendie du silo 130, les résultats des mesures effectuées par l'exploitant dans l'environnement après l'incendie montrent des directions pour les rejets aériens ne conduisant pas *a priori* à une contamination des sols au niveau du ruisseau des Landes.

Un dernier mode de transfert envisageable est un transfert de contamination par ruissellement des eaux de pluie depuis des zones contaminées, notamment par des rejets aériens.

Sur ce point, les eaux de pluie collectées par le réseau pluvial de l'établissement AREVA NC sont dirigées vers une zone située au sud de l'établissement, non concernée par les contaminations constatées, et font l'objet de contrôles spécifiques. **Aussi, une propagation de la contamination par les eaux de ruissellement provenant de la ZNO de l'établissement vers la source du ruisseau des Landes n'est pas plausible.**

En revanche, compte tenu de la topographie des sols à proximité immédiate de la source du ruisseau des Landes, un apport de contamination par ruissellement des eaux de pluie à partir de la parcelle située immédiatement au sud de la source est envisageable. Cette parcelle, topographiquement plus élevée, est occupée par des ronciers et des arbustes. Les campagnes de mesure réalisées par AREVA NC fin 2016 ont confirmé le marquage des sols de cette parcelle, notamment en américium 241. Un entrainement de radionucléides, notamment en cas de fortes pluies, conduirait alors à une augmentation dans le temps du marquage au niveau de la résurgence de la nappe. **En conséquence, l'IRSN recommande que l'exploitant évalue les possibilités de ruissellement depuis la zone située entre la route Jobourg-Hameau et le ruisseau des Landes. Ceci fait l'objet de la recommandation n°2 de l'annexe 1 au présent avis.**

Par ailleurs, les mesures historiques de surveillance de l'environnement montrent que l'activité de tous les radionucléides mesurés (Pu, Am, Cs, Sr) présentent des pics simultanés en 2002-2004 et 2016 au niveau de la résurgence du ruisseau des Landes (cf. figures en annexe 3 de l'avis). Le comportement géochimique des radionucléides dans les terrains traversés par l'eau de la nappe induisant des vitesses de migration différentes, ces pics pourraient être liés à des remobilisations de contamination liées à des ruissellements d'eau. L'IRSN estime que l'exploitant devrait approfondir l'analyse de ces pics en ce sens. **Ceci fait l'objet de l'observation n°1 de l'annexe 2 au présent avis.**

Il convient de souligner que, outre ces phénomènes de ruissellement, des modifications du contexte local autour de la source du ruisseau des Landes ont pu être réalisées dans la zone d'abreuvement du bétail, telles que des réfections de sols, des curages ou du débroussaillage, déplaçant ou faisant potentiellement remonter à la surface des matériaux plus anciens.

**En conclusion, en l'état actuel des connaissances, l'IRSN considère que les contaminations observées dans la zone située au nord-ouest de l'établissement de La Hague sont à relier à plusieurs événements pour lesquels des modes de transfert différents sont à considérer.** Ainsi, les événements de 1974 concernant les blocs de déchets entreposés sur la plateforme de la ZNO ont occasionné un transfert de contamination en césium 137 par voie aérienne (concernant l'ensemble de la zone) et les fosses bétonnées non étanches sont à l'origine d'un marquage en radionucléides des eaux de la nappe dont la résurgence est à l'origine du ruisseau des Landes. **Il est toutefois à souligner que tous les marquages en américium 241 et en plutonium constatés, s'agissant notamment des singularités observées en amont et aval de la résurgence de la nappe, ne sont à ce jour pas clairement expliqués.**

Par ailleurs, l'IRSN considère que les phénomènes de transfert identifiés ci-dessus pourraient conduire, bien que les entreposages à l'origine des contaminations soient actuellement vides, à une augmentation progressive du marquage au niveau de la source du ruisseau des Landes, qui apparaît comme une zone d'accumulation des contaminants. Les recommandations formulées par l'IRSN visent à évaluer ces phénomènes. Par ailleurs, ceci justifie de compléter le plan de surveillance.

### 3 PLAN DE SURVEILLANCE COMPLÉMENTAIRE DE L'ENVIRONNEMENT

L'exploitant réalise, dans le cadre de la surveillance du ruisseau des Landes, des analyses réglementaires, complétées par des analyses dites « complémentaires » notamment de sédiments prélevés dans l'abreuvoir. A cet égard, ces analyses n'incluent pas de mesures du strontium 90 dans les végétaux ou les sédiments, notamment dans la zone humide, ni des radionucléides émetteurs  $\alpha$ .

Ce type d'analyse n'a également pas été réalisé dans le cadre des campagnes spécifiques réalisées en 2016. A cet égard, la zone humide en aval de l'abreuvoir pourrait constituer une zone d'accumulation des radionucléides qu'il conviendrait de mieux caractériser. **Aussi, l'IRSN recommande que l'exploitant analyse la radioactivité de végétaux prélevés dans cette zone, notamment en strontium 90. Ceci fait l'objet de la recommandation n°3 rappelée en annexe 1 au présent avis.**

**Par ailleurs, l'IRSN estime que l'exploitant devrait intégrer, dans sa surveillance régulière de l'environnement, l'analyse des sédiments prélevés au niveau de l'abreuvoir, en recherchant la présence de radionucléides émetteurs  $\alpha$  et de strontium 90. Ceci fait l'objet de l'observation n°2 rappelée en annexe 2 au présent avis.**

Enfin, en réponse à la demande de l'ASN, l'exploitant propose de compléter le plan de prélèvements existant par des campagnes semestrielles de prélèvements, en neuf points, sur des parcelles adjacentes à la source du ruisseau des Landes, accessibles au bétail. Ceci est satisfaisant sur le principe. Toutefois, il ne précise pas l'objectif de ces prélèvements, le plan d'analyse associé, ni les performances analytiques à atteindre. **Ceci fait l'objet de la recommandation n°4 formulée en annexe 1 au présent avis.**

### 4 ENJEUX SANITAIRES

L'exploitant considère trois matrices pour l'analyse de l'impact radiologique potentiel des contaminations précitées, à savoir l'herbe, l'eau du ruisseau dans l'abreuvoir et la terre. Les radioactivités retenues sont issues des différentes campagnes de mesure. Il considère que le risque principal d'exposition pour l'homme est la consommation de viande bovine et de lait de vache contaminés par les radionucléides présents dans la terre, l'eau ou l'herbe. Il conclut à un impact radiologique potentiel très faible. A cet égard, l'analyse de l'exploitant ne prend pas en compte le strontium 90, qui n'est actuellement pas mesuré pour les matrices considérées. **Ceci fait l'objet de la recommandation n°3 de l'annexe 1 au présent avis.**

A partir des données actuellement disponibles, devant être complétées pour le strontium 90, l'IRSN confirme que l'impact radiologique associé aux contaminations précitées est très faible (de l'ordre de quelques microsievverts par an, en déterminant la radioactivité dans le lait de vache et la viande bovine sur la base des valeurs maximales mesurées au niveau de la source du ruisseau des Landes).

## 5 CONCLUSION

Les mesures réalisées récemment par l'association ACRO, l'exploitant et l'IRSN confirment un marquage par plusieurs radionucléides artificiels dans la zone nord-ouest proche de l'établissement AREVA NC de La Hague dans le secteur de la source du ruisseau des Landes. Ce marquage a été mis évidence de longue date par la surveillance régulière du site. Il apparaît être très localisé et présentant une grande variabilité.

Les analyses des mesures effectuées permettent de conclure que cette contamination est issue de déchets anciens, provenant du traitement de combustibles usés de type UNGG dans les années 70.

L'analyse des modes de transfert de la contamination montre que trois contributions distinctes peuvent être envisagées, à savoir un apport par voie aérienne suite à des événements anciens dans la zone nord-ouest de l'établissement, un apport par la nappe phréatique à la suite de sa contamination consécutive à des défauts d'étanchéité des fosses bétonnées d'entreposage de déchets (fosses inétanches aujourd'hui vides) et un apport par ruissellement, notamment à partir de la parcelle arborée située au sud de la résurgence du ruisseau des Landes contaminée par des événements anciens. Les initiateurs de ces événements anciens ont été supprimés, mais un apport continu de radionucléides au niveau de la résurgence de la nappe donnant naissance au ruisseau des Landes est vraisemblable, compte tenu des phénomènes de transfert en cause (migration par la nappe et par ruissellement) ; cet apport reste toutefois à quantifier en tenant compte notamment des capacités d'accumulation dans cette zone. De plus, une meilleure caractérisation des marquages en strontium 90 devrait être réalisée.

En considérant les résultats des campagnes de mesure actuellement disponibles, l'impact dosimétrique des contaminations constatées est très faible.

La modification du plan de surveillance régulière proposée par l'exploitant est satisfaisante sur le principe. Toutefois, les nouveaux contrôles réalisés devront être précisés (objectifs, types de mesure réalisés...).

En tout état de cause, l'IRSN estime que l'exploitant devrait, pour améliorer la connaissance des phénomènes rencontrés dans la zone de bocage située au nord-ouest de l'établissement, tenir compte des recommandations et observations formulées dans le présent avis, qui sont rappelées en annexe.

Pour le directeur général, par délégation,

Igor LE BARS

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe 1 à l'Avis IRSN/2017-00136 du 20 avril 2017

**Recommandations**

L'IRSN recommande que l'exploitant :

- 1 procède à la recherche des radionucléides émetteurs  $\alpha$  et  $\beta\gamma$  et du strontium 90 dans l'eau de la nappe phréatique, à l'aide de techniques de mesure « bas niveau » ;
- 2 évalue les possibilités de transport de radionucléides par ruissellement à partir de la zone située entre la route Jobourg-Hameau et le ruisseau des Landes, en effectuant notamment des campagnes de caractérisation de cette zone ;
- 3 analyse l'activité, notamment en strontium 90, des végétaux de la zone humide située en aval de l'abreuvoir;
- 4 précise l'objectif visé par l'ajout de points de prélèvements au plan de surveillance et détaille le plan d'analyse et les performances analytiques associées.



Annexe 2 à l'Avis IRSN/2017-00136 du 20 avril 2017

**Observations**

1. L'IRSN estime que l'exploitant devrait examiner les données pluviométriques locales des années 2002-2004 et 2015-2016 et les mettre en regard des dates des prélèvements réalisés ces années-là au point dit R14 afin d'évaluer si les hausses de marquage observées alors ne sont pas consécutives à de fortes pluies ayant pu entraîner des ruissellements depuis la parcelle arborée.
2. L'IRSN estime que l'exploitant devrait intégrer, dans sa surveillance régulière de l'environnement, l'analyse des sédiments prélevés au niveau de l'abreuvoir, en recherchant la présence de radionucléides émetteurs  $\alpha$  et de strontium 90.

Annexe 3 à l'Avis IRSN/2017-00136 du 20 avril 2017

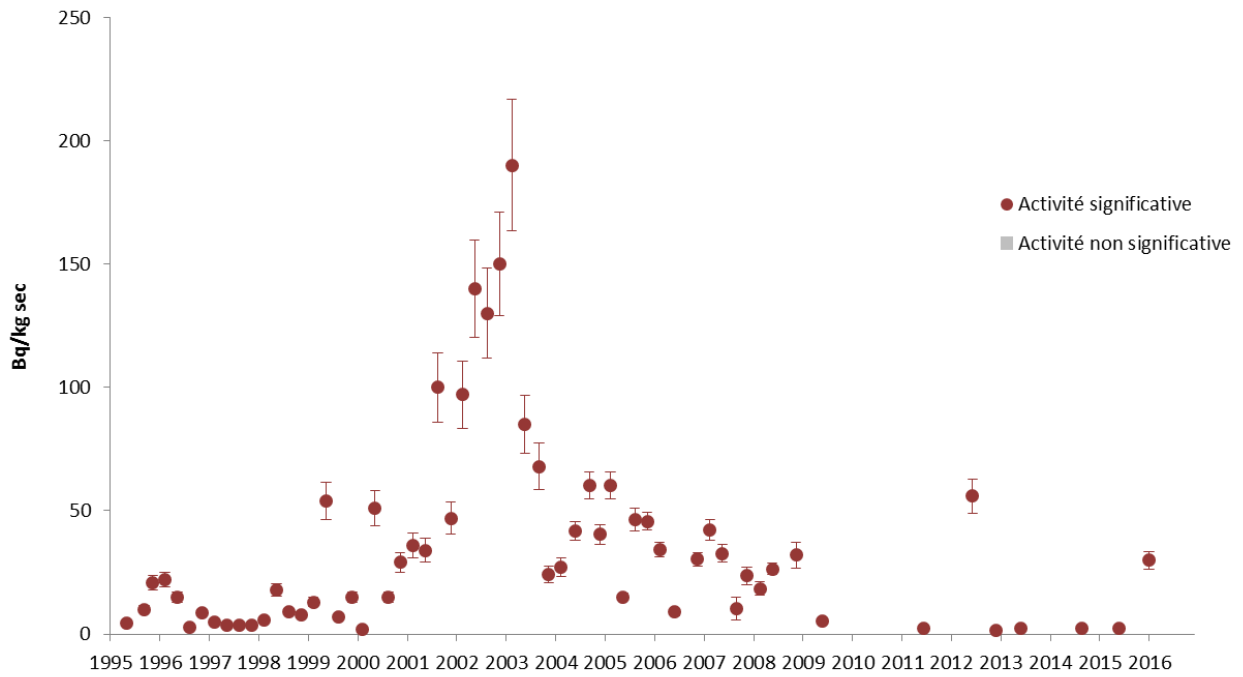


Figure 1 : Activités en <sup>137</sup>Cs mesurées dans les sédiments du ruisseau des Landes (données IRSN)

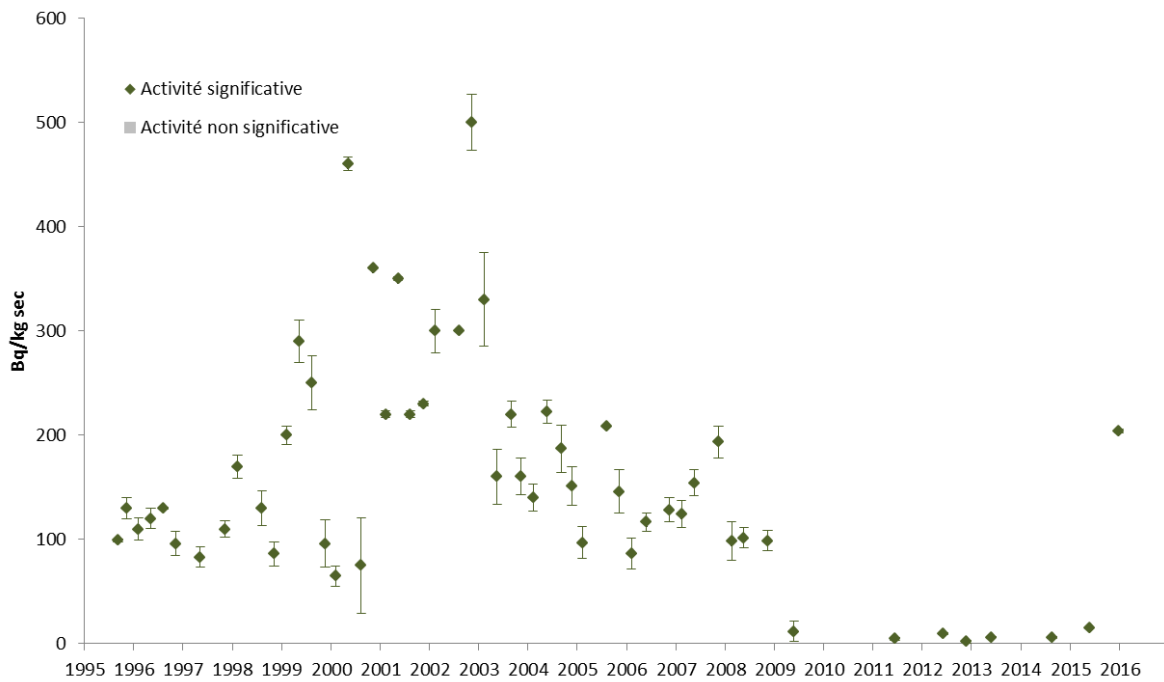


Figure 2 : Activités en <sup>90</sup>Sr mesurées dans les sédiments du ruisseau des Landes (données IRSN)

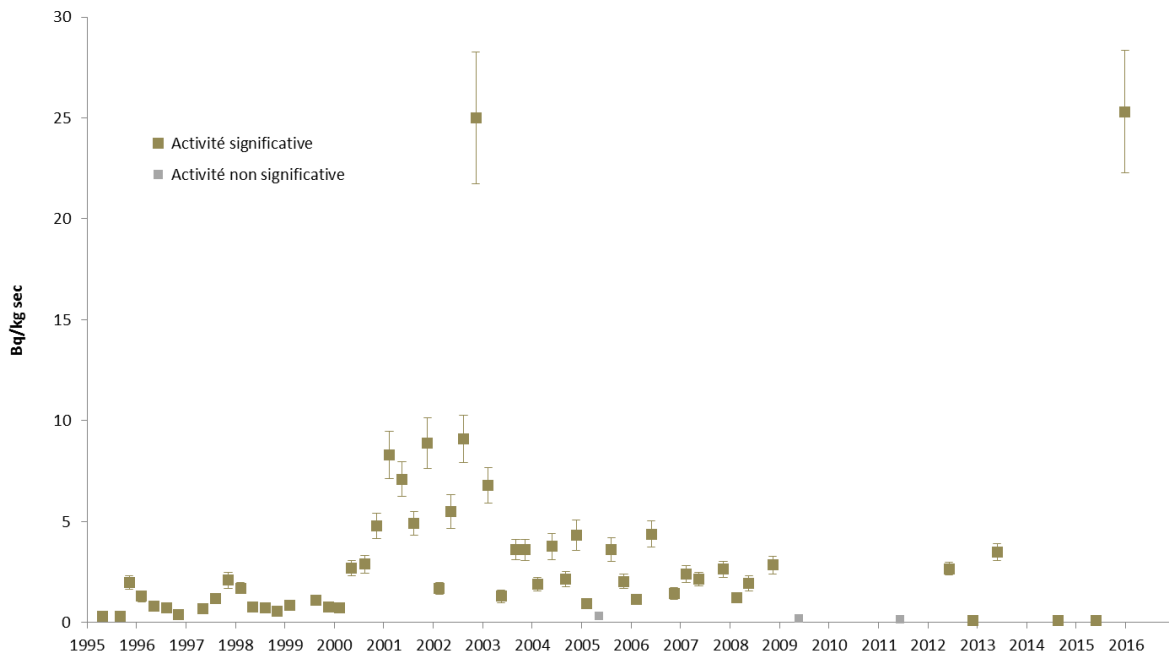


Figure 3 : Activités en <sup>241</sup>Am mesurées dans les sédiments du ruisseau des Landes (données IRSN)

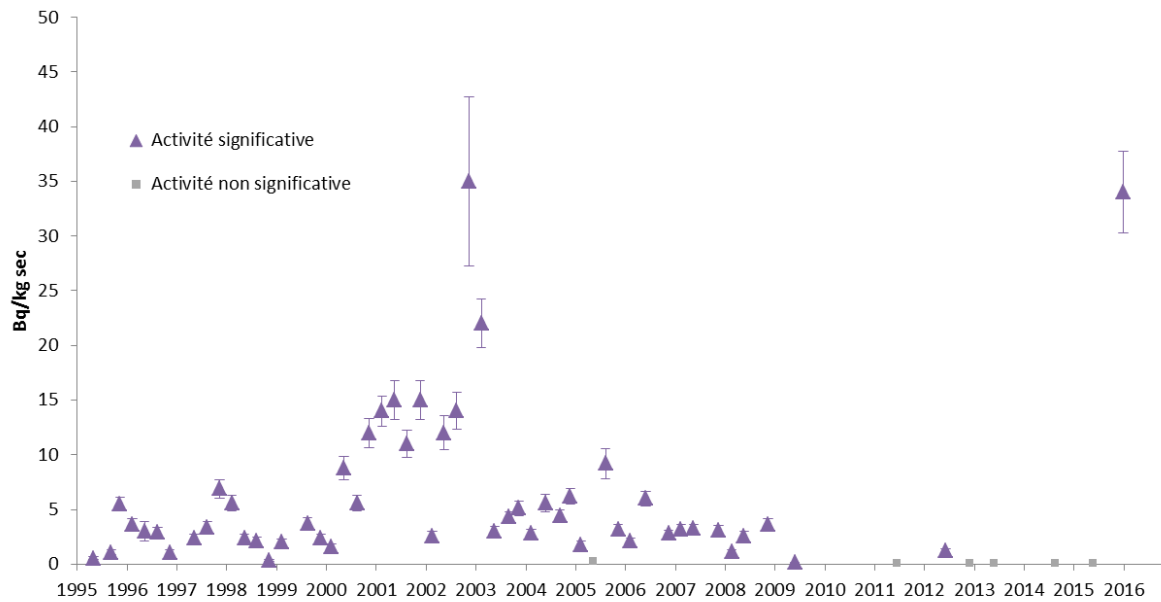


Figure 4 : Activités en <sup>239+240</sup>Pu mesurées dans les sédiments du ruisseau des Landes (données IRSN)