



ASSOCIATION POUR LE CONTRÔLE
DE LA RADIOACTIVITÉ DANS L'OUEST

Etude des niveaux de radioactivité dans les environs du centre de stockage FMA-VC de l'Aube

Campagne 2022/2023

Mémoire technique

A destination de :

CLI de Soulaines
Domaine Saint Victor
10 200 SOULAINES DHUYS

DEMANDE	
Objet	Etude des niveaux de radioactivité dans les environs du centre de stockage FMA-VC de l'Aube
Demande	CLI De Soulaines

REALISATION	
Association pour le Contrôle de la Radioactivité dans l'Ouest 138 rue de l'Eglise 14200 HEROUVILLE SAINT CLAIR www.acro.eu.org tél. : 02.31.94.35.34 / Email : acro@acro.eu.org	
Responsables Scientifiques	P. BARBEY, M. JOSSET, D. BOILLEY
Auteur(s)	M. JOSSET, A. LE VOT

DOCUMENT	
Date d'édition	29/08/2022
Identification	PR220829-TEC-01-v1.docx
Version n°	01
Pages (nombre)	32 pages
Objet	Mémoire technique

REMARQUE(S) PARTICULIERE(S)	
de l'A.C.R.O. :	La reproduction du document n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.

Visa		
Rédaction		Validation
		
M. JOSSET, Coordinatrice	A. LE VOT, Chargée d'études	M. JOSSET

Sommaire

1	Préambule	4
1.1.	Contexte de l'étude	4
1.2.	Description de la prestation	4
1.3.	Expériences du laboratoire dans des prestations similaires	4
2	Proposition de mesures et analyses	6
2.1	Milieu aquatique :	6
2.2	Milieu terrestre :	7
2.3	La chaîne alimentaire :	10
2.4	Les vignobles Sol-Raisin :	11
2.5	Dosimétrie externe :	12
2.6	Devis détaillé :	13
2.7	Calendrier envisagé :	14
3	Organisation de la prestation	15
3.1	Organisation générale	15
3.2	Responsable de la prestation	15
3.3	Pilotage de la prestation	15
3.4	Qualification du personnel	15
4	Procédés, matériaux et matériels	17
4.1	Procédé mis en œuvre	17
4.2	Matériels de prélèvement	18
4.3	Matériels d'analyse	19
	Annexe 1 : CV des intervenants	20
	Annexe 2 : Plan d'échantillonnage et d'analyses	27
	Annexe 3 : Conditions de prélèvements	29
	Annexe 4 : Conditions d'analyses	31

1 Préambule

1.1. Contexte de l'étude

Dans le cadre de sa mission d'information, la CLI de Soulaines souhaite réaliser en 2022/23 des analyses dans l'environnement autour du centre de stockage de l'Aube.

L'objectif de ce travail est de poursuivre les études réalisées en 2007 et en 2012 afin,

- de suivre l'évolution des niveaux de radioactivité en renouvelant les mêmes analyses,
- d'élargir le référentiel à partir de nouvelles investigations.

A cette fin, un plan de surveillance et d'analyses est proposé ci-dessous.

Conformément au cahier des charges, les analyses concerneront différentes matrices environnementales issues des domaines aquatiques et terrestres sur le site du centre de stockage et dans son environnement afin de prendre en compte les conséquences potentielles des rejets atmosphériques et liquides du centre.

Le périmètre de l'étude portera à la fois sur le secteur proche du centre (périmètre inférieur à 5 km) mais également sur d'autres lieux plus éloignés afin de prendre en considération les enjeux locaux (vignobles par exemple).

Une réunion et/ou une visite préliminaire avec des représentants de la CLI permettra d'affiner si besoin la stratégie envisagée. En fonction des opportunités et contraintes du terrain, des modifications pourront être apportées à cette proposition.

1.2. Description de la prestation

L'objectif de la prestation est de réaliser des prélèvements de matrices biologiques, de sols et d'eaux, de les conditionner, et d'assurer le transport et les analyses radiologiques de divers paramètres tels que définis dans le cahier des charges dans le respect des exigences techniques et métrologiques.

1.3. Expériences du laboratoire dans des prestations similaires

- **Réalisation d'une campagne de mesure des niveaux de radioactivité dans les environs du site nucléaire des Monts d'Arrée (29) à la demande de la Commission locale d'information de Brennilis (2017-2018)**

Cette étude répondait au souhait de la CLI de Brennilis d'apporter des données complémentaires dans des lieux et des matrices qui ne font pas partie de la surveillance réglementaire ou bien pour lesquels des valeurs de référence peuvent manquer. A cette fin, le travail s'est articulé en deux volets complémentaires visant à connaître la situation radiologique dans le domaine terrestre et aquatique en champ proche de l'installation nucléaire en cours de démantèlement.

- **Accompagnement technique de la CLI du site des Monts d'Arrée (depuis 2013)**

Afin de favoriser le suivi et la compréhension des enjeux liés au démantèlement de l'installation. Dans cet objectif, deux outils ont été développés et sont actualisés chaque année :

- un tableau de bord réunissant l'ensemble des informations disponibles sous la forme d'un chronogramme
- des grilles de lecture permettant un décryptage de l'ensemble des données environnementales. Le format retenu pour chacune des grilles permet d'offrir aux lecteurs plusieurs niveaux de lecture.

- **Etude des niveaux de radioactivité autour du centre de stockage FMA de l'Aube** (2007 et 2011-2013).

Réalisée à la demande de la CLI de Soulaïnes, ces études avaient pour objectif d'évaluer les niveaux de radioactivité autour du centre de stockage des déchets radioactifs de l'Aube (CSA). Leur périmètre porte à la fois sur le secteur proche du centre mais également sur des lieux plus éloignés afin de prendre en considération les enjeux locaux (vignobles par exemple).

- **Etude des eaux superficielles et souterraines aux alentours du CNPE du Blayais** (2010)

Cette étude, réalisée à la demande de la Commission Locale d'Information du Blayais (33), avait pour objectif d'évaluer la qualité, essentiellement radiologique, des eaux aux alentours du CNPE. Il s'agissait d'établir une première approche quant à l'impact des rejets de l'installation sur les eaux superficielles et souterraines.

- **Etude des niveaux de radioactivité autour du centre CEA de Valduc** (depuis 2013)

Elaboration d'un programme de surveillance radiologique afin d'appréhender sur le long-terme l'évolution et la qualité de son environnement du point de vue radiologique.

- **Etude du protocole de prélèvement des eaux souterraines du Centre de Stockage de la Manche** (2011-2012)

A la demande de la CLI du CSM, réalisation d'une étude portant sur le protocole de prélèvement des eaux souterraines au droit du Centre de Stockage de la Manche (CSM) et recherche d'une éventuelle stratification des niveaux de tritium.

- **Etude des niveaux de radioactivité dans les environs de la rade de Brest** (2012-2013)

Etude réalisée à la demande de la Commission d'Information auprès des sites d'exploitation des installations nucléaires des ports militaires de Brest et de l'Île Longue.

- **L'Observatoire Citoyen de la Radioactivité dans l'environnement (OCRE)** (depuis 2004)

Cette surveillance mise en place par l'ACRO, permet d'appréhender les niveaux et les tendances de la radioactivité d'écosystèmes aquatiques (marin et dulçaquicole) à l'échelle du bassin Seine-Normandie : du Mont-Saint-Michel au Tréport et de la vallée de la Loire (Loire et Vienne).

La particularité de cette surveillance, qui fait également sa force, est d'associer étroitement tous ceux qui souhaitent s'approprier la connaissance des niveaux de la radioactivité « autour de chez eux ». Avec OCRE, le citoyen est à la fois auteur et acteur de la surveillance de son environnement comme de son information. Une approche défendue par l'ACRO depuis sa création et qui ne semble pas avoir d'équivalent ailleurs.

2 Proposition de mesures et analyses

2.1 Milieu aquatique :

2.1.1 Les eaux souterraines

Sous le CSA, deux « aquifères » sont concernés dont l'un est reconnu pour être perturbé par le stockage de déchets tritiés sur le site.

A l'intérieur du CSA, les prélèvements seront renouvelés dans les 10 piézomètres investigués en 2012. Un prélèvement supplémentaire sera réalisé dans le piézomètre DS62 du fait du marquage en tritium relevé en 2009 et 2010 par l'ANDRA dans le cadre de sa surveillance réglementaire.

Les prélèvements seront effectués selon la méthode utilisée habituellement par l'exploitant (pompage et/ou par immersion d'un préleveur en profondeur).

Hors du site, des eaux de captage (Sauvage-Magny et/ou Maizières) seront également prélevées.

Analyses envisagées :

Pour l'ensemble des prélèvements, il sera réalisé :

- ↗ Tritium libre (HTO) après distillation.
- ↗ Comme en 2012, des mesures complémentaires seront réalisées dans les eaux de captage (réseau de distribution des eaux) ainsi que dans deux eaux des aquifères sous-jacents du centre :
 - Indice Bêta global sur eau filtrée et mesure du potassium,
 - Indice alpha global
 - Emetteurs gamma sur eau filtrée (mesure après concentration)
- ↗ Enfin, le Chlore-36 sera recherché dans une eau des aquifères sous-jacents du centre (en fonction des résultats tritium).

Localisation :



2.1.2 Les eaux de surfaces

Les investigations concerneront les mêmes lieux qu'en 2012 et seront étendues à deux nouveaux étangs de la commune de Louze :

- Le bassin d'orage,
- Noues d'Amances, en aval
- l'étang des caillies.
- Louze x2 (à définir avec la CLI)

5 litres d'eau seront prélevés afin d'être concentrés en laboratoire.

Analyses envisagées :

Pour l'ensemble des prélèvements, il sera réalisé :

- ✧ Tritium libre (HTO) après distillation,
- ✧ Indice Bêta global sur eau filtrée et mesure du potassium,
- ✧ Indice alpha global
- ✧ Emetteurs gamma sur eau filtrée (mesure après concentration)

Localisation :



2.1.3 Les Sédiments

Parmi les sites investigués en 2012, nous prévoyons de retenir les trois sites suivants :

- Le bassin d'orage (BO)
- L'Etang des cailloux,
- Les Noues d'Amance, en aval (site S3)
- Louze x2 (à définir avec la CLI)

Analyses envisagées :

Pour l'ensemble des prélèvements, il sera réalisé :

- ✧ Emetteurs gamma (mesure sur échantillon sec et tamisé)
- ✧ Granulométrie,

Des analyses complémentaires seront réalisées sur les sédiments du bassin d'orage (comme en 2012) ainsi que dans l'étang des cailloux afin de compléter le référentiel :

- ✧ isotopes du plutonium (^{238}Pu et $^{239+240}\text{Pu}$),
- ✧ tritium organiquement lié (OBT) et Carbone 14.
- ✧ Le Nickel-63 sera recherché quant à lui uniquement dans le bassin d'orage.

2.2 Milieu terrestre :

2.2.1 Les sols, mats et couvert végétal

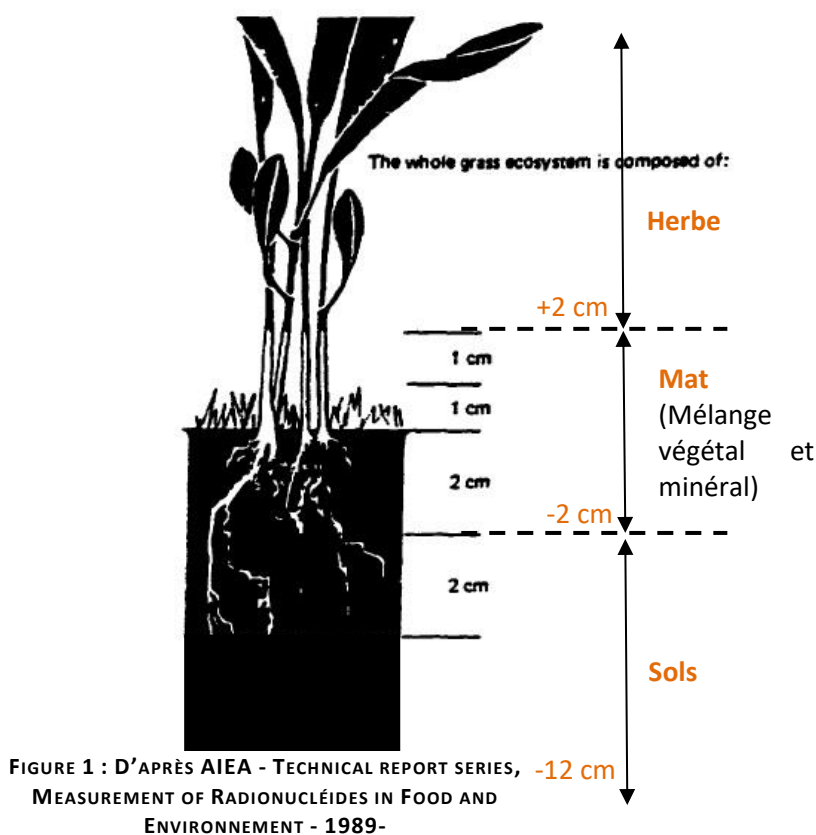
Le couvert végétal et les sols sous-jacents seront prélevés sur les mêmes lieux que ceux investigués en 2012 afin de suivre l'évolution des niveaux observables.

- **Station T1** située à 300m en direction du sud-ouest,
- **Station T2**, à 700 m en direction du nord-est,
- **Station T3**, au Domaine Saint Victor, siège de la communauté de communes, soit à 3,7 km en direction du sud-est.

- **Station T4**, situé à environ 100m au Nord-Est de la zone d'activité des Grands usages à Epothémont.

En chaque lieu, 3 compartiments seront considérés (cf. schéma figure 1) :

- 1 La partie aérienne du couvert végétal, il s'agit de la partie située à partir de 2 cm au-dessus du sol,
- 2 Le « mat », constitué d'un mélange de végétal et de particules de terre : On situe généralement cette partie mixte entre 2 cm au-dessus et 2 cm en dessous du sol.
- 3 Les sols : On considère un horizon compris entre 2 et 12 cm de profondeur.



Analyses envisagées :

- ↳ Pour l'ensemble des échantillons, il est proposé de réaliser une recherche et un dosage des émetteurs gamma (naturels et artificiels).

Les résultats seront exprimés en activités massiques (Bq/kg) et en activités surfaciques (Bq/m²) afin de s'affranchir des différences de densité des compartiments analysés.

En deux lieux, des mesures complémentaires seront effectuées. Celles-ci concerneront :

Sur la station T2 :

- ↳ la fraction « sol » située entre 2 et 12 cm de profondeur, avec la recherche et dosage des isotopes des plutoniums et américiums ainsi que le dosage du strontium.

Sur les stations T2 et T4 :

- ↳ La partie aérienne avec le dosage du tritium libre et lié (méthode bas bruit de fond).

Localisation :



2.2.2 Les arbres

Les deux sites déjà étudiés le seront à nouveau, les bois appartenant à un même propriétaire forestier ayant accepté l'opération et l'abattage de deux arbres pour les besoins de l'étude et qui serait d'accord pour la reconduire.

La station dénommée ARBRE 1 qui est localisée à proximité de l'étang des cailles, soit à environ 1,6 km de la cheminée de l'unité de compactage des déchets, en direction du sud-est. A cet endroit, l'arbre prélevé renseigne sur la radioactivité observable à distance de l'installation nucléaire.

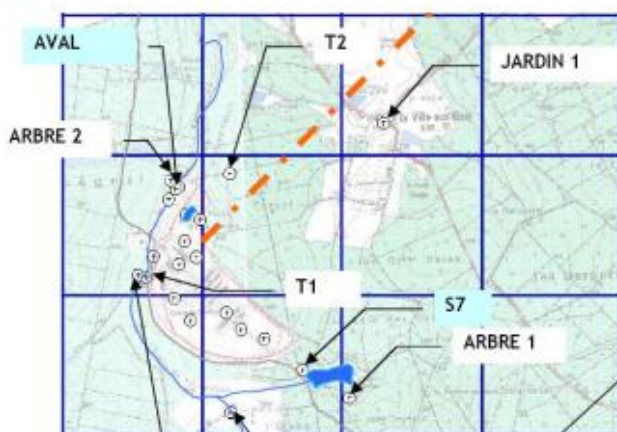
La station dénommée ARBRE 2 est délocalisée seulement à 550m au nord du CSA sous les vents dominants. Celle-ci témoigne des conséquences des rejets atmosphériques de l'installation.

Pour chacune des stations il sera procédé à l'abattage d'un arbre dans les conditions habituelles d'exploitation, soit par sciage « au pied » à l'aide d'une tronçonneuse. Puis à la préparation des échantillons afin de procéder aux analyses telles qu'elles ont pu être réalisées en 2007.

Analyses envisagées :

- Pour l'ensemble des échantillons, il est proposé de réaliser une recherche et un dosage des émetteurs gamma (naturels et artificiels) sur l'écorce.
- Analyse C14 et carbone total sur les cernes
- Analyse tritium lié sur duramen-aubier

Localisation :



2.3 La chaîne alimentaire :

2.3.1 Les produits du jardin

Comme en 2007 et en 2012, deux jardins situés respectivement à La ville aux bois et à Louze seront retenus. Les investigations concerneront plusieurs variétés de légumes : légumes feuilles (par exemple : salades, choux), légumes tige (rhubarbe), légumes-racines (carottes, betterave) et légumes fruits (concombre, courgette) ainsi qu'une plante aromatique (persil).

En prévision des analyses, leurs cultures pourront être planifiées en amont en accord avec les propriétaires des jardins.

Localisation :



2.3.2 Gibier, poissons

Du gibier et des poissons seront prélevés afin de les analyser. Leur collecte a été effectuée par la CLI en lien avec la fédération départementale de chasse et de pêche de l'Aube. Concernant le gibier, deux espèces ont été sélectionnées en fonction de leurs disponibilités dans les environs du CSA et de leurs habitudes alimentaires. Ainsi, il avait été décidé de retenir, d'une part, un animal carnassier (le renard), ainsi qu'un animal fouisseur et omnivore (le blaireau). Pour cette nouvelle campagne, concernant les prélèvements, il est proposé de faire appel aux mêmes acteurs.

Concernant les poissons, ont été retenus pour les mêmes raisons, les poissons de « fond » (poissons « benthiques ») dont la particularité est de rechercher leurs nutriments dans les fonds aquatiques (vase) connus pour constituer un compartiment de concentration des polluants présents dans les eaux. Deux espèces, la carpe et la tanche seront pêchées dans l'étang de Ville-aux-Bois.

Analyses envisagées :

- ✎ Pour l'ensemble des échantillons, il est proposé de réaliser une recherche et un dosage des émetteurs gamma (naturels et artificiels).
- ✎ Pour le cas particulier des poissons, l'analyse portera sur la chair et les viscères.

Localisation :



2.3.3 Autres éléments à prendre en compte

Le travail sur les éléments constitutifs de la chaîne alimentaire sera étendu au lait, aux produits de la ruche (miel, pollen et propolis), aux champignons, aux sangliers, ainsi qu'aux pâtures et céréales. Ces investigations devront être menées sous les vents dominants.

Il conviendra d'opérer les prélèvements effectués sur le lait durant la période estivale lorsque les vaches pâturent et s'alimentent d'herbe.

Analyses envisagées :

- ↗ Pour l'ensemble des échantillons, il est proposé de réaliser une recherche et un dosage des émetteurs gamma (naturels et artificiels).
- ↗ Tritium organiquement lié pour le pollen les céréales et le lait
- ↗ Strontium-90 pour le lait

2.4 Les vignobles Sol-Raisin :

Les investigations réalisées en 2012, seront reconduites dans les deux mêmes vignobles (établissement MOUGIN et COURTILLIERS), situés à 18 km en direction Sud-Est de l'installation nucléaire.

Sur chaque site, les investigations, réalisées en période de vendanges, concerneront ;

- Le sol (en surface) des vignobles,
- Le marc de raisin,
- Le jus de raisin.

Analyses envisagées :

- ↗ Pour l'ensemble des échantillons, il est proposé de réaliser une recherche et un dosage des émetteurs gamma (naturels et artificiels).
- ↗ Dosage du tritium libre (méthode par distillation) sur le jus de raisin.

2.5 Dosimétrie externe :

Des mesures du débit d'équivalent de dose (grandeur $H^*_{(10)}$) lié au rayonnement gamma ambiant seront réalisées autour du CSA et l'usine DAHER selon les mêmes modalités qu'en 2012 (radiamètre FH40G-L10 associé à une sonde de détection NBR FHZ 672 E-10).

En fonctionnement normal avec la technologie NBR active, l'ensemble permet de détecter toute anomalie d'irradiation au cours d'un déplacement. Aussi, deux approches sont couplées :

- Un déplacement lent le long d'un parcours défini, en l'occurrence le long de la clôture de l'INB n°149, pour rechercher les éventuelles anomalies ;
- Des mesures statiques régulièrement espacées et lorsqu'une anomalie est détectée.

Une extension du programme de la présente campagne portera sur une nouvelle cartographie du débit d'équivalent de dose qui sera réalisée le long de la clôture du site du CIRES.

A noter que deux campagnes seront réalisées : l'une durant une journée d'activité du site, l'autre durant un jour inactivité. A cette fin, les journées consécutives d'un dimanche puis d'un lundi pourraient être retenues.

3 Organisation de la prestation

3.1 Organisation générale

L'ACRO s'engage à réaliser sous agréments ASN les prélèvements et les analyses par spectrométrie gamma sur les eaux, les sols et les matrices biologiques (herbe, produits du jardin, alimentation, lait...). Elle s'engage à assister aux différentes réunions, assurer le transport des échantillons vers les laboratoires sous-traitants et transmettre les résultats dans les délais impartis.

Certains échantillons pourront être prélevés directement par la CLI et conservés jusqu'à notre campagne de prélèvements (notamment certains prélèvements concernés par une saisonnalité), ou directement envoyé au laboratoire.

Pour réaliser les analyses pour lesquelles elle n'est pas agréée, l'ACRO fait intervenir le laboratoire Subatech à Nantes ainsi que le laboratoire Eichrom à Bruz qui prendront en charge ces mesures sous agréments de l'ASN.

3.2 Responsable de la prestation

Nom :	Mylène JOSSET
Poste à l'ACRO :	Coordinatrice du laboratoire, chargée d'études
Adresse :	138 rue de l'église, 14200 Hérouville-Saint-Clair
Téléphone :	02 31 94 35 34
E-mail :	laboratoire@acro.eu.org

3.3 Pilotage de la prestation

Mylène JOSSET, coordinatrice du laboratoire, participera aux réunions, sera conseillère scientifique du projet et personne ressource pour le prélèvement et l'analyse des échantillons par spectrométrie gamma et scintillation liquide.

Aurore LE VOT, chargée d'études, participera aux réunions, réalisera les prélèvements, les analyses confiées à l'ACRO et transmettra les résultats. Interlocutrice pour cette étude.

Mélanie RIVIERE, assistante technique environnement, participera aux réunions, personne ressource pour le prélèvement et l'analyse des échantillons par spectrométrie gamma et scintillation liquide.

3.4 Qualification du personnel

- **Mylène JOSSET** : Docteure en Physique nucléaire, coordinatrice de l'ACRO et responsable des analyses du laboratoire. Elle a participé et piloté plusieurs études radioécologiques.
- **Aurore LE VOT** : Chargée d'études, PCR, à l'ACRO depuis 2019 coordonne depuis 2020 l'Observatoire Citoyen de la Radioactivité dans l'environnement. Elle a participé à plusieurs études radioécologiques.

Campagne 2022 : Etude des niveaux de radioactivité dans les environs du centre de stockage FMA-VC de l'Aube

- **Mélanie RIVIERE**, assistante technique environnement, réalisera les prélèvements et les analyses confiées à l'ACRO.

La qualification du personnel et le maintien de son niveau de compétence sont décrits en annexe de ce dossier technique.

4 Procédés, matériaux et matériels

4.1 Procédé mis en œuvre

Les modalités techniques liées au prélèvement, à la préservation des échantillons et aux analyses, suivent les recommandations des normes en vigueur. En particulier, les normes suivantes :

- NF M 60-780-0 (mars 2020) Energie nucléaire - Mesures de la radioactivité dans l'environnement - Bioindicateurs - Partie 0 : guide général pour l'échantillonnage, le conditionnement et le prétraitement de bioindicateurs dans l'environnement
- NF M60-780-1 (Mars 2020) Énergie nucléaire - Mesure de la radioactivité dans l'environnement - Bioindicateurs - Partie 1 : guide général pour l'échantillonnage, le conditionnement et le prétraitement de bioindicateurs du milieu terrestre
- NF M60-780-2 (Mars 2020) Energie nucléaire - Mesure de la radioactivité dans l'environnement - Bioindicateurs - Partie 2 : Guide général pour l'échantillonnage, le conditionnement et le prétraitement de bioindicateurs du milieu dulçaquicole
- NF M 60-780-4 (mai 1997) Énergie nucléaire – Mesure de la radioactivité dans l'environnement – Bioindicateurs – Partie 4 : guide général pour la préparation des échantillons.
- NF EN ISO 18589-1 (août 2021) Mesurage de la radioactivité dans l'environnement – Sol – Partie 1 : lignes directrices générales et définitions.
- NF EN ISO 18589-2 (mars 2018) Mesurage de la radioactivité dans l'environnement – Sol – Partie 2 : lignes directrices pour la sélection de la stratégie d'échantillonnage, l'échantillonnage et le prétraitement des échantillons.
- NF EN ISO 18589-3 (mars 2018) Mesurage de la radioactivité dans l'environnement – Sol – Partie 3 : mesurages des radionucléides émetteurs gamma.
- NF EN ISO 9698 : 2019 Qualité de l'eau - Tritium - Méthode d'essai par comptage des scintillations en milieu liquide
- NF ISO M60-312-1 (Juin 2019) Mesure nucléaire – Mesure de la radioactivité dans l'environnement –Détermination de l'activité du tritium dans l'air – Partie 1 : Détermination de l'activité volumique du tritium atmosphérique prélevé par la technique de barbotage de l'air dans l'eau.
- FD T 90-523-3 Qualité de l'eau - Guide de prélèvement pour le suivi de la qualité des eaux dans l'environnement - Partie 3 : prélèvement d'eau souterraine
- NF EN ISO 5667-3 :2018-06 Qualité de l'eau — Échantillonnage —Partie 3 : Conservation et manipulation des échantillons d'eau.
- ISO 5667-11:2009-04 Qualité de l'eau — Échantillonnage —Partie 11: Guide d'échantillonnage des eaux souterraines.

A ce jour, le laboratoire dispose d'agrément délivrés par l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) pour la mesure de la radioactivité dans différentes matrices et pour la mesure du gaz radon.

Matrices	Catégorie des Agréments	Codes	Références agréments ASN	Limite de validité
Eaux	Tritium <i>eau douce</i>	1-05	CODEP-DEU-2021-056602	31 déc. 2026
	Tritium <i>eau de mer</i>		CODEP-DEU-2019-024660	30 juin 2024
	Radionucléides γ	1-01 1-02	CODEP-DEU-2020-058804	31 déc. 2025
	Radon (Rn-222)	1-15	CODEP-DEU-2020-058804	31 déc. 2025
Sols	Isotopes U	2-09	CODEP-DEU-2020-029669	30 juin 2025
	Isotopes Th	2-10	CODEP-DEU-2020-029669	30 juin 2025
	Ra226 + desc.	2-11	CODEP-DEU-2020-029669	30 juin 2025
	Ra228 + desc.	2-12	CODEP-DEU-2020-029669	30 juin 2025
	Uranium pondéral	2-17	CODEP-DEU-2020-029669	30 juin 2025
	Radionucléides γ	2-01 et 2-02	CODEP-DEU-2021-026595	30 juin 2026
Biologique	Radionucléides γ	3-01 et 3-02	CODEP-DEU-2018-057606	31 déc. 2023
Air	Tritium	5-05	CODEP-DEU-2021-056602	31 déc. 2026
	Radon ERP	Niveau 1	CODEP-DIS-N°2021-031618	31 août 2026

4.2 Matériels de prélèvement

Prélèvements de sols

- Bêche

Prélèvements de végétaux/productions agricoles

- Ciseaux / Cisaille

Prélèvements d'eau pluviale et précipitations

- Perche
- Flacon polyéthylène

Prélèvements de sédiments

- Perche
- Flacon polyéthylène

Prélèvements de lait

- Pot stérile SAL10-3 en polypropylène de 180ml à usage unique avec anse amovible
- Flacon polyéthylène

4.3 Matériels d'analyse

Les analyses par spectrométrie gamma, le dosage du tritium libre dans l'eau et la mesure du tritium atmosphérique, sont réalisées par le laboratoire de l'ACRO agréé pour ces mesurages. Les autres analyses sont sous-traitées à Eichrom et à Subatech, laboratoires agréés pour ces analyses.

4.3.1 Mesurage des radioéléments émetteurs gamma

La mesure des émetteurs gamma est effectuée sur deux chaînes de spectrométrie gamma de haute résolution, équipées de châteaux de plomb d'épaisseur 10 cm, d'analyseurs numériques et de deux détecteurs au germanium hyper-pur respectivement de type N et de type P (technologie fenêtre mince) d'efficacité respective de 32 % et 42 %.

La bibliothèque de données nucléaires utilisée pour la spectrométrie gamma est celle communiquée par le Bureau National de Métrologie : NUCLEIDE-LARA.

Les mesurages sont réalisés avec des géométries identiques à celles des sources de référence et concernent les radionucléides émetteurs gamma présentant une ou plusieurs raies d'émission sur la plage d'énergie prise en référence. Une correction liée à l'atténuation des rayonnements dans la matrice, liée principalement à sa densité, est appliquée.

L'activité de chaque radioélément présent dans l'échantillon est exprimée en becquerel par kilogramme sec ou frais (Bq/kg sec ou Bq/kg frais), suivie de son incertitude absolue calculée pour un intervalle de confiance de 95%. Toute activité exprimée, y compris le seuil de décision, est rapportée à la date de référence (date de prélèvement) indiquée dans les tableaux de résultats.

4.3.2 Mesurage du tritium dans l'eau

Le matériel d'analyse est une spectrométrie bêta à scintillation liquide bas seuil. Le dispositif est réfrigéré en permanence à l'aide d'un groupe froid et la salle de mesure est climatisée pour assurer une température de consigne constante. Les géométries de comptage employées sont des fioles en polyéthylène bas bruit de fond antistatique.

La grandeur déterminée est l'activité en becquerel (Bq) par litre (L) ou activité volumique. Elle est suivie de son incertitude absolue calculée pour un intervalle de confiance de 95%. Seules les activités volumiques supérieures au seuil de décision de la chaîne d'analyse sont exprimées. Toute activité exprimée, y compris le seuil de décision, est rapportée à la date de prélèvement.

4.3.3 Autres analyses

Les autres analyses radiologiques seront sous-traitées.

Les sous-traitants sont sélectionnés en fonction de leurs compétences et de l'adéquation entre l'offre proposée et les exigences imposées par la réalisation du travail. De façon générale, un sous-traitant est réputé compétent lorsqu'il possède les agréments ou accréditations existantes. Les résultats de la sous-traitance sont transmis avec le rapport d'étude dans lequel ils sont exploités et analysés.

Annexe 1 : CV des intervenant

Nom : JOSSET Mylène

Fonction : Coordinatrice & Chargée d'Etudes

Date arrivée : **01/10/1998**

Date de sortie :

FORMATION INITIALE

Période	Intitulé	Descriptif
1996 1992 1991	Doctorat Physique nucléaire Master2 (DEA) « Matière et Rayonnement », Université de Caen, Master1 (Maitrise) de Physique, Université de Tours	Connaissance théorique et pratique sur : - Physique des rayonnements et leur mesure, - Détection rayonnement gamma et neutron, - Notions de radioprotection.

FORMATIONS COMPLEMENTAIRES (depuis embauche)

Dates / durée	Intitulé	Objectifs	Type de Formation	Organisme ou responsable	Validation	Evaluation/ commentaires de la personne formée
1998	Spectrométrie gamma	Analyses	Interne	Thierry CLERC Gilbert PIGREE	OK	
1998	Formation en radioprotection	Notions de Base	interne	Pierre BARBEY	OK	
1998	Traitements échantillons	Savoir préparer les échantillons (biologiques, sédimentaires) en vu de leur analyse gamma.	Interne	Gilbert PIGREE	OK	
1998	Analyse strontium (lait)	Mise au point du protocole de préparation et de mesure (scintillation liquide)	Interne	Pierre BARBEY	OK	
Début 1999	Analyse tritium	Savoir préparer et mesurer les échantillons d'eau par scintillation liquide	Interne	Gilbert PIGREE	OK	

Campagne 2022 : Etude des niveaux de radioactivité dans les environs du centre de stockage FMA-VC de l'Aube

1999	Prélèvement milieu marin, dulcicole et terrestre	Savoir réaliser des prélèvements représentatifs de la matrice étudiée.	Interne	Gilbert PIGREE	OK	-
février 1999	Stage Hygiène et Sécurité	Bonnes pratiques de laboratoire	externe	Université de Caen	OK	
Mars 1999	Formation en radioprotection	Réglementation européenne et française	interne	Pierre BARBEY	OK	
1999	Mesure du radon	Evaluer les niveaux de radon dans les bâtiments	Interne	David BOILLEY	OK	Utilisation du système à chambre à electret (E-Perm) ;
Octobre 2000	Intercomparaison Nord-Co 2000	Mesures de terrain du rayonnement ambiant (gamma et neutron)	externe	IRSN/LMRE et autres laboratoires européens	OK	Exercice d'intercomparaison entre laboratoire européen. Partenariat avec le LMRE de l'IRSN.
23,24 et 25 juin 2004	Formation métrologie radon	Mesure de dépistage du radon dans les bâtiments	externe	IRSN	Attestation de compétence pour le module 1 et module 2.	Mesure de dépistage et identification des sources , voies d'entrées et transfert du radon dans les bâtiments.
Décembre 2010	Mise à jour en métrologie	Etablir l'incertitude relative à un résultat de mesure, calculer le seuil de décision	Interne	David BOILLEY	OK	Prise en compte des recommandations du GUM et de la nouvelle norme ISO 11929 pour le calcul du seuil de décision
Depuis 2004	Radioprotection/ Réglementation	Rencontre du réseau Régional Grad-Ouest des PCR et Acteurs de la Radioprotection.	externe	Réseau GO des PCR et acteurs radioprotection	Interventions, participations	Veille réglementaire, radioprotection
03/02/20	Formation aux prélèvements	Equipements surveillance de l'environnement du GANIL	externe	GANIL	Validée le 03/02/2020	Prélèvements : cartouches d'iode et filtres (AS5000) ; barboteur tritium (MARC7000), aérosols (CAVA).

Nom : LE VOT Aurore**Fonction : Chargée d'études**Date arrivée : **01/07/2019**

Date de sortie :

FORMATION INITIALE						
Période	Intitulé	Descriptif				
2021	Formation certifiée de la personne compétente en radioprotection (PCR)	PCR « niveau 2 », secteur « Industrie » et double option (sources scellées et sources non scellées) Contrôle des colis, contrôle de la traçabilité des sources, études de poste, zonage, réglementation, effet des rayonnements ionisants, utilisation des détecteurs. Délivrés par l'Université de Caen				
2004	Master 2 (DESS) Productions végétales <i>Option Phytochimie</i>					
2003	Master 1 (Maitrise) de biologie cellulaire et <i>physiologie Option physiologie végétale</i>					
Dédié aux sciences de la production végétale et à leurs applications biotechnologiques et agronomiques.						
Biologie et physiologie, Chimie et techniques analytiques en chimie et biochimie, Biochimie, Biologie moléculaire, Biochimie et physico-chimie, Microbiologie, Biochimie et physico-chimie approfondies et appliquées, informatique, Outils informatiques						
FORMATIONS COMPLEMENTAIRES (depuis embauche)						
Dates / durée	Intitulé	Objectifs	Type de Formation	Organisme ou responsable	Validation	Evaluation/ commentaires de la personne formée
2019	Traitements échantillons environnement	Réceptionner les échantillons au laboratoire les traiter, les conditionner en vue d'une analyse par spectrométrie gamma ou par scintillation liquide	Interne	Guillaume Rougier Antoine Bernollin	OK	Système qualité du laboratoire Formation appliquée aux matrices biologiques marines (algues, patelles), inertes (sédiments) et à l'eau.
2019	Utilisation de la chaîne de spectrométrie gamma	Changement d'échantillon. Arrêter/démarrer le comptage. Sauvegarde de spectre.	Interne	Guillaume Rougier Antoine Bernollin	OK	-
2019	Utilisation de la chaîne de spectrométrie gamma	Paramétrage d'un protocole de mesure, chargement d'échantillon, saisie résultats	Interne	Guillaume Rougier	OK	-

Campagne 2022 : Etude des niveaux de radioactivité dans les environs du centre de stockage FMA-VC de l'Aube

2019	Prélèvements barboteur	Prélèvements barboteur	Interne	Antoine Bernollin	OK	
2019	Prélèvements milieu marin	Identifier les bio-indicateurs et connaître les techniques de prélèvement	Interne	Guillaume Rougier	OK	Formation sur le terrain adaptée.
2019	Traitements échantillons effluents hospitaliers / DIS	Réceptionner, traiter et conditionner les échantillons d'effluents résiduels	Interne	Guillaume Rougier	OK	-
2019	Principe et méthodologie d'un dépistage du radon réglementaire	Rédaction des devis, pose – dépose détecteurs et rédaction rapports	Interne	Guillaume Rougier	OK	-
Oct. 2019	Attestation de compétence	Formation niveau 1 option A pour la mesure du radon dans les bâtiments	Externe	IRSN	OK	Note 15.8/20
Depuis 2019	Séminaire du réseau PCR Grand Ouest	Formation continue, veille réglementaire	Externe	Réseau régional Grand Ouest	OK	Caractérisation radiologique des matériaux de construction Réglementation relative au risque radon (CSP/CT)

Nom : RIVIERE Mélanie

Fonction : Assistant technique environnement

Date arrivée : **03/01/2022**

Date de sortie :

FORMATION INITIALE						
Période	Intitulé	Descriptif				
2019-2021	Master Neurosciences, Sciences du comportement	Etudes des méthodologies comportementales, éthologie, biologie cellulaire/moléculaire, neurosciences cognitives				
2016-2019	Licence de biologie Sciences de la vie					
Biologie et physiologie (cellulaire, végétale, animale), Chimie et techniques analytiques en chimie et biochimie, Biochimie, Biologie moléculaire, Microbiologie, Ecosystèmes, Thermodynamique, Risques biologiques						
FORMATIONS COMPLEMENTAIRES (depuis embauche)						
Dates / durée	Intitulé	Objectifs	Type de Formation	Organisme ou responsable	Validation	Evaluation/ commentaires de la personne formée
2022	Traitements échantillons environnement	Réceptionner les échantillons au laboratoire les traiter, les conditionner en vue d’une analyse par spectrométrie gamma ou par scintillation liquide	Interne	Aurore Le Vot	OUI	Système qualité du laboratoire Formation appliquée aux matrices biologiques marines (algues, patelles), dulçaquicoles (mousses, sédiments), terrestres (végétaux, blé, sol) et à l’eau.
2022	Utilisation de la chaîne de spectrométrie gamma	Changement d’échantillon. Arrêter/démarrer le comptage. Sauvegarde de spectre.	Interne	Aurore Le Vot	OUI	-
2022	Utilisation de la chaîne de spectrométrie gamma	Paramétrage d'un protocole de mesure, chargement d'échantillon, saisie résultats	Interne	Aurore Le Vot	OUI	-
2022	Utilisation de la chaîne de spectrométrie bêta	Démarrage du compteur à scintillation liquide. Création d’une série d’analyse. Sauvegarde des résultats.	Interne	Aurore Le Vot	OUI	-

Campagne 2022 : Etude des niveaux de radioactivité dans les environs du centre de stockage FMA-VC de l'Aube

2022	Prélèvements milieu dulçaquicole, terrestre et marin	Identifier les bio-indicateurs et connaître les techniques de prélèvement	Interne	Aurore Le Vot	OUI	Formation sur le terrain adaptée
2022	Traitements échantillons effluents hospitaliers / DIS	Réceptionner, traiter et conditionner les échantillons d'effluents résiduels	Interne	Aurore Le Vot	OUI	
Janvier 2022	Prélèvements des barboteurs	Prélèvement, transport, conditionnement, et analyse du tritium des barboteurs	Externe	GANIL	OUI	
Janvier 2022	Prélèvements de filtre et cartouches d'iodes	Prélèvement, transport, conditionnement et envoi.	Externe	GANIL	OUI	

Annexe 2 : Plan d'échantillonnage et d'analyses

ANNEXE 2 - PLAN D'ECHANTILLONNAGE ET D'ANALYSES															
Nature du prélèvement	Point de prélèvement	Localisation	Analyses réalisées												
			Indice alpha_G	Indice bêta_G	Teneur en potassium	Spectrométrie gamma (1)	³⁶ Cl	⁶³ Ni	²³⁸ Pu et ²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	²⁴¹ Am et ²⁴³ Am	⁹⁰ Sr	Tritium libre	TOL	¹⁴ C/C tot	Granulométrie
Eaux souterraines	DS27	CSA										X			
	DS24	CSA	X	X	X	X						X			
	DS62	CSA	X	X	X	X	X					X			
	DS63	CSA										X			
	DS08	CSA										X			
	DS14	CSA										X			
	DS13	CSA										X			
	TS04	CSA	X	X	X	X						X			
	TS03	CSA										X			
	DS34	CSA										X			
Eaux de captage	Sauvage Magny	Sauvage Magny	X	X	X	X						X			
	Maizières	Maizières	X	X	X	X						X			
Eaux de surface	BO	CSA	X	X	X	X						X			
	S3	Noues d'Amances	X	X	X	X						X			
	EDC	Soulaine-Dhuys	X	X	X	X						X			
	Louze 1	Louze	X	X	X	X						X			
	Louze 2	Louze	X	X	X	X						X			
Sédiments	BO	CSA				X		X	X	X			X	X	X
	S3	Noues d'Amances				X									X
	EDC	Soulaine-Dhuys				X			X	X			X	X	X
	Louze 1	Louze				X									X
	Louze 2	Louze				X									X

Campagne 2022 : Etude des niveaux de radioactivité dans les environs du centre de stockage FMA-VC de l'Aube

Sols	Station T1	300m SO				X									
	Station T2	700m NE				X			X	X	X				
	Station T3	3,7km SE				X									
	Station T4	100m NO				X									
Mats	Station T1	300m SO				X									
	Station T2	700m NE				X									
	Station T3	3,7km SE				X									
	Station T4	100m NO				X									
Couvert végétal	Station T1	300m SO				X									
	Station T2	700m NE				X					X	X			
	Station T3	3,7km SE				X									
	Station T4	100m NO				X					X	X			
Arbres	Arbre 1	1,6km SE				X						X	X		
	Arbre 2	550m N				X						X	X		
Produits du jardin	Jardin 1	Ville aux bois				X									
	Jardin 2	Louze				X									
Gibier et poisson	Zone de chasse	Zone de chasse				X									
	Etang	Ville aux bois				X									
Autres éléments	lait	sous vents dominants				X				X		X			
	miel					X									
	pollen					X						X			
	propolis					X									
	céréale					X						X			
	sanglier					X									
	champignon					X									

Annexe 3 : Conditions de prélèvements

ANNEXE 3 - CONDITIONS DE PRELEVEMENTS

Nature du prélèvement	Point de prélèvement	Localisation	Conditions de prélèvement					
			Opérateur	Moyen/protocole de PE	Volume nécessaire/lot	Conditionnement	Conservation	Délais d'acheminement au laboratoire
Eaux souterraines	DS27	CSA	Anthea (ANDRA)	Pompage	250 mL	Flie double cap 250mL	< 4°C obscurité	Sous 3j max
	DS24	CSA		Pompage	5 L + 250 mL	Bidon 5L + Flie double cap 250mL		
	DS62	CSA		Pompage	5 L + 250 mL			
	DS63	CSA		Pompage	250 mL	Flie double cap 250mL		
	DS08	CSA		Pompage	250 mL			
	DS14	CSA		Pompage	250 mL			
	DS13	CSA		Pompage	250 mL			
	TS04	CSA		Pompage	5 L + 250 mL	Bidon 5L + Flie double cap 250mL		
	TS03	CSA		Pompage	250 mL	Flie double cap 250mL		
	DS34	CSA		Pompage	250 mL			
Eaux de captage	Sauvage Magny	Sauvage Magny	ACRO	Robinet	5 L + 250 mL	Bidon 5L + Flie double cap 250mL	< 4°C obscurité	Sous 3j max
	Maizières	Maizières		Robinet				
Eaux de surface	BO	CSA	ACRO	Manuel prélèvement réalisé avec un godet en inox sur bras télescopique	5 L + 250 mL	Bidon 5L + Flie double cap 250mL	< 4°C obscurité	Sous 3j max
	S3	Noues d'Amances						
	EDC	Soulaine-Dhuys						
	Louze 1	Louze						
	Louze 2	Louze						
Sédiments	BO	CSA	ACRO	Manuel prélèvement réalisé avec un godet en inox sur bras télescopique	4L	Pot à sédiments de 1L	< 4°C obscurité	Sous 3j max
	S3	Noues d'Amances			2 L			
	EDC	Soulaine-Dhuys			4L			
	Louze 1	Louze			2 L			
	Louze 2	Louze						
Sols	Station T1	300m SO	ACRO	Manuel prélèvement réalisé avec une pelle bêche	2 kg	Sac zip	< 4°C obscurité	Sous 3j max
	Station T2	700m NE			5 Kg			
	Station T3	3,7km SE			2 kg			
	Station T4	100m NO			2 kg			

Campagne 2022 : Etude des niveaux de radioactivité dans les environs du centre de stockage FMA-VC de l'Aube

Mats	Station T1	300m SO	ACRO	Manuel prélèvement réalisé avec une pelle bêche	1 kg	Sac zip	< 4°C obscurité	Sous 3j max
	Station T2	700m NE						
	Station T3	3,7km SE						
	Station T4	100m NO						
Couvert végétal	Station T1	300m SO	ACRO	Manuel prélèvement réalisé à l'aide de ciseaux	500 g	Sac zip microperforé	< 4°C obscurité	Sous 3j max
	Station T2	700m NE			1 kg			
	Station T3	3,7km SE			500 g			
	Station T4	100m NO			1 kg			
Arbres	Arbre 1	1,6km SE	Propriétaire forestier	Tronçonneuse	morceaux de 60 cm	Bache plastique	Température ambiante	
	Arbre 2	550m N			morceaux de 60 cm			
Produits du jardin	Jardin 1	Ville aux bois	ACRO	Manuel prélèvement réalisé à l'aide de ciseaux	2 kg/produits	Sac zip microperforé	< 4°C obscurité	Sous 3j max
	Jardin 2	Louze			2 kg/produits			
Gibier et poisson	Zone de chasse	Zone de chasse	Fédération départementale de chasse		≈ 3 kg		< 4°C obscurité	Sous 3j max
	Ville aux bois	Etang Ville aux bois	Fédération départementale de chasse		≈ 3 kg			
Autres éléments	lait	sous vents dominants	ACRO	Louche stérile	2 L	Pot de 1L	< 4°C obscurité	Sous 3j max
	miel		Apiculteur		1 L	Pot de 1L		
	pollen		Apiculteur		1 L	Pot de 1L		
	propolis		Apiculteur		100 mL	Pot 250 mL		
	céréale		ACRO	Cisaille	1,5 kg	Sac zip microperforé		
	sanglier		Fédération départementale de chasse		1kg	Sac zip		
	champignon		ACRO	Manuel	2 kg	Sac zip microperforé		
Sol et raisin	vignoble n°1 sol	18km SE	ACRO	prélèvement réalisé avec une pelle bêche	2 kg	Sac zip	< 4°C obscurité	Sous 3j max
	vignoble n°1 mare de raisin							
	vignoble n°1 jus de raisin			cisaille	2 kg	Sac zip microperforé		
	vignoble n°2 sol							
	vignoble n°2 mare de raisin			prélèvement réalisé avec une pelle bêche	2 kg	Sac zip		
	vignoble n°2 jus de raisin							
				cisaille	2 kg	Sac zip microperforé		

Annexe 4 : Conditions d'analyses

ANNEXE 4 - CONDITIONS D'ANALYSES

Nature du prélèvement	Paramètres				
		Préparation échantillon	Méthode d'analyses	Seuil de décision	Expression du résultat Unités
Eaux	Indice alpha_G	Filtration, évaporation sur coupelle	Comptage sur compteur proportionnel, NF ISO 10704	0,04 Bq/L	Bq/L
	Indice bêta_G	Filtration, évaporation sur coupelle	Comptage sur compteur proportionnel, NF ISO 10704	0,04 Bq/L	
	Teneur en potassium	Dosage d'un élément par ICP-OES	Circulaire N°DGS/EA4/2007/232	0,03 Bq/L	Bq/L
	Spectrométrie gamma	Concentration (évaporation)	Spectrométrie gamma, ISO 18589-3	Entre 1 et 5 Bq/L	Bq/kg
	36Cl	Séparation chimique	Scintillation liquide selon NF M 60-332	0,5 Bq/L	Bq/L
	Tritium libre	Distillation	Scintillation liquide	Entre 1 et 5 Bq/L	Bq/L
Sédiments	Spectrométrie gamma	Etuvage, broyage, tamisage à 200 µm	Spectrométrie gamma, ISO 18589-3	Entre 0,5 et 5 Bq/Kg sec	Bq/kg sec
	63Ni	Séparation chimique	Scintillation liquide, NF M60-317	5 Bq/Kg	Bq/Kg
	238Pu et 239+240Pu	Etuvage, broyage, tamisage à 200 µm (ISO18589-2), calcination, fusion alcaline, radiochimie, électrodeposition, minéralisation de solide et séparation chimique	Spectrométrie alpha, NF ISO 18589-4	0,5 Bq/kg sec	Bq/kg sec
	241Am et 244Cm				
	90Sr	Etuvage, broyage, tamisage à 200 µm (ISO18589-2), séparation chimique	Scintillation liquide selon NF ISO 18589-5	< 1,5 Bq/kg sec	
	TOL	Recroissance de l'hélium-3	Spectrométrie de masse, NF M60-824	entre 1 et 5 Bq/Kg	
	14C/C tot	Lyophilisation et broyage, synthèse benzène	Scintillation liquide, NF M60 812-2, NF EN 13137	Entre 50 à 100 Bq/kg	Bq/kg
	Granulométrie		Laser de type LS13320 (entre 0,017 µm et 2 mm)		
Sols	Spectrométrie gamma	Etuvage, broyage, tamisage à 200 µm	Spectrométrie gamma, ISO 18589-3	Entre 0,5 et 5 Bq/Kg sec	Bq/kg sec
	238Pu et 239+240Pu	Etuvage, broyage, tamisage à 200 µm (ISO18589-2), calcination, fusion alcaline, radiochimie, électrodeposition, minéralisation de solide et séparation chimique	Spectrométrie alpha, NF ISO 18589-4	0,5 Bq/kg sec	
	241Am et 243 Am				

Campagne 2022 : Etude des niveaux de radioactivité dans les environs du centre de stockage FMA-VC de l'Aube

	90Sr	Etuvage, broyage, tamisage à 200 µm (ISO18589-2), séparation chimique	Scintillation liquide selon NF ISO 18589-5	5 Bq/kg sec	
Mats	Spectrométrie gamma	Etuvage, broyage, tamisage à 200 µm	Spectrométrie gamma, ISO 18589-3	Entre 0,5 et 5 Bq/Kg sec	Bq/kg sec
Couvert végétal	Spectrométrie gamma	Conditionnement frais	Spectrométrie gamma, ISO 18589-3	Entre 1 et 5 Bq/Kg sec	Bq/kg sec
	Tritium libre	Lyophilisation et broyage	Scintillation liquide, NF EN ISO 9698	3 Bq/L	Bq/L
	Tritium lié (TOL)	Lyophilisation et broyage	Scintillation liquide, NF M60-824	Entre 1 à 5 Bq/Kg	Bq/Kg
Arbres	Spectrométrie gamma	Etuvage, broyage, tamisage à 200 µm	Spectrométrie gamma, ISO 18589-3	Entre 0,5 et 5 Bq/Kg sec	Bq/kg sec
	Tritium lié (TOL)	Lyophilisation et broyage	Scintillation liquide, NF M60-824	Entre 1 à 5 Bq/Kg	Bq/Kg
	14C/ C total	Lyophilisation et broyage, synthèse benzène	Scintillation liquide, NF M60 812-2, NF EN 13137	Entre 50 à 100 Bq/kg	Bq/Kg
Produits du jardin	Spectrométrie gamma	Conditionnement frais	Spectrométrie gamma, ISO 18589-3	Entre 1 et 5 Bq/Kg sec	Bq/kg sec
Gibier et poisson	Spectrométrie gamma	Conditionnement frais	Spectrométrie gamma, ISO 18589-3	Entre 0,5 et 5 Bq/Kg sec	Bq/kg sec
Autres éléments (lait, miel, champignon, céréales)	90Sr	Etuvage, broyage, tamisage à 200 µm (ISO18589-2), séparation chimique	Scintillation liquide selon NF ISO 18589-5	5 Bq/kg	Bq/kg
	14C/ C total	Lyophilisation et broyage, synthèse benzène	Scintillation liquide, NF M60 812-2, NF EN 13137	Entre 50 à 100 Bq/kg	Bq/kg
	Tritium libre	Lyophilisation et broyage	Scintillation liquide, NF EN ISO 9698	3 Bq/L	Bq/L
	TOL	Lyophilisation et broyage	Scintillation liquide, NF M60-824	Entre 1 à 5 Bq/Kg	Bq/kg
	Spectrométrie gamma	Etuvage, broyage, tamisage à 200 µm	Spectrométrie gamma, ISO 18589-3	Entre 0,5 et 5 Bq/Kg sec	Bq/kg frais
Sol et raisin	Spectrométrie gamma	conditionnement frais	Spectrométrie gamma, ISO 18589-3	Entre 1 et 5 Bq/L	Bq/L