

RAPPORT

Sites miniers de la Concession de Lignol en Bretagne – SITE DE GALHAUT

Analyse des Enjeux Radiologiques et Environnementaux

31/05/2022

Orano Mining



CLIENT

RAISON SOCIALE	ORANO Mining
COORDONNÉES	Site de Bessines 2 route de Lavaugrasse CS30071 87 250 BESSINES-SUR-GARTEMPE
INTERLOCUTEUR <i>(nom et coordonnées)</i>	Pierre DEBAILLEUX – Juriste Après Mines France 06 84 77 43 47 - pierre.debailleux@Orano.group

SCE

COORDONNÉES	SCE Agence de Lyon Agence de Lyon 6, allée des Sorbiers 69500 Bron
INTERLOCUTEUR <i>(nom et coordonnées)</i>	Benjamin CHEVROL 06.78.41.21.98 - benjamin.chevrol@sce.fr

RAPPORT

TITRE	Analyse des Enjeux Radiologiques et Environnementaux – site de Galhaut
NOMBRE DE PAGES	39
NOMBRE D'ANNEXES	7
OFFRE DE RÉFÉRENCE	P20001773_A (offre technique) – Édition 1 – Mai 2020 P20001773_D (offre financière) – Édition 4 – Juin 2020
N° COMMANDE	Commande n° 3018512 du 20/04/2021

SIGNATAIRE

RÉFÉRENCE	DATE	RÉVISION DU DOCUMENT	OBJET DE LA RÉVISION	RÉDACTEUR	CONTRÔLE QUALITÉ
200621_GAH _ESR_v1	14/04/2022	Édition initiale	-	SMI / MAF	BCE / MCO
200621_GAH _ESR_v2	31/05/2022	Version 2	Remarque Orano	MAF	BCE / MCO

Sommaire

1. Introduction	4
1.1. Contexte et objectif de l'étude	4
1.2. Documents de référence	4
1.3. Cadre méthodologique et normatif	5
2. Présentation du site et de son environnement	6
2.1. Présentation du site	6
2.1.1. Localisation du site et parcelles concernées	6
2.1.2. Parcelles concernées.....	6
2.1.3. Historique minier	7
2.2. Sources potentielles de pollution	9
2.3. Contexte géologique	9
2.4. Contexte hydrogéologique/ hydrologique	10
2.5. Contexte climatique	13
2.6. Patrimoine naturel	13
3. Usages constatés	15
3.1. Environnement et occupation du site	15
3.2. Usages constatés	15
4. Valeurs de références : environnement local témoin, référence hors influence minière et valeurs de gestion	19
4.1. Origine et traitement des données analytiques	19
4.1.1. Précisions relatives à l'élaboration de l'Environnement Local Témoin au droit du site de Galhaut .	22
4.1.2. Précisions relatives au positionnement des points de prélèvement des eaux de surface	23
4.1.3. Précisions relatives à la représentativité des points de prélèvement sur les sols	24
4.2. Rappel des définitions	25
4.3. Valeurs de références retenues	26
4.4. Synthèse des valeurs de référence retenues	30
5. Synthèse de l'état des milieux	31
5.1. Evaluation de l'impact radiologique	31
5.1.1. Plans compteurs	31
5.1.2. Méthodologie d'Evaluation de la Dose Efficace Annuelle Ajoutée (DEAA)	31
5.1.3. Groupe de référence – scénario retenu	33
5.1.4. Estimation de la Dose Efficace Annuelle Ajoutée	33
5.2. Etat du milieu sols	34
5.3. État du milieu sédiments	34
5.4. Etat du milieu eaux superficielles	35
6. Interprétation des résultats : qualité des milieux et schéma conceptuel	37
6.1. Qualité des milieux	37
6.2. Schéma conceptuel	37
6.3. Conclusions et recommandations	39

1. Introduction

1.1. Contexte et objectif de l'étude

Dans le cadre de l'élaboration de la Déclaration d'Arrêt Définitif des Travaux miniers de l'ancien site minier uranifère de **Galhaut** de la concession de Lignol (56), une évaluation du bilan des effets des travaux miniers et de leur arrêt sur l'environnement et la santé des personnes doit être réalisée.

Compte tenu de la typologie des travaux miniers au droit du site minier de Galhaut et de l'analyse du contexte lors de la phase d'élaboration de la déclaration, qui a mis en évidence les points suivants :

- travaux de reconnaissance par travaux minier souterrains sur une unique galerie au niveau N-30 (linéaire de 250m) accessible par un puits ;
- carreau minier comprenant uniquement une baraque de chantier (comprenant le treuil d'extraction, les vestiaires et le bureau) ;
- faible tonnage de minerai extrait (658 t) sur une période courte (mars 1966 à mars 1967) ;
- absence de dépilage ;
- absence de verse à stérile
- absence d'exhaure minière et rejets diffus pouvant engendrer un marquage radiologique des sols et des eaux ;
- absence d'impact radiologique identifié lors des investigations réalisées avant élaboration de la déclaration ;
- absence d'impact identifié sur le milieu aquatique ;

une approche d'Analyse des enjeux radiologiques et environnementaux a été réalisée pour le site minier de Galhaut. Cette évaluation se veut une étude qualitative des éventuels risques sanitaires et une évaluation de l'éventuel impact environnemental du site, sur laquelle pourront s'appuyer les différentes pièces constitutives de la Déclaration d'Arrêt Définitif des Travaux miniers.

La présente analyse des enjeux vise à considérer en première approche les différentes données et études déjà disponibles pour le site de Galhaut.

1.2. Documents de référence

Les documents de référence utilisés sont présentés dans le tableau ci-après. Toute référence à l'un des documents listés ci-après dans la suite de ce rapport est présenté sous le format suivant : Source, année.

Tableau 1 : Documents de référence

Document	Auteur	Référence	Date
Résultats de la campagne de contrôles radiologiques d'août 2009 – Anciens sites miniers d'uranium de Bretagne	IRSN	DEI/SARG/2010-027	2009
Proposition d'une méthodologie d'interprétation des résultats des contrôles au sol – Élaboration de scénarii d'exposition, évaluation de la dose efficace ajoutée puis étude de compatibilité suivant l'usage des sols.	AREVA	-	2011 + précisions suite au courrier ASN de 2013
Résultats d'analyses du prélèvement ponctuel des sédiments dans l'environnement des sites miniers de Bretagne (fichier Excel).	AREVA	-	2012
Résultats d'analyses du suivi trimestriel des eaux superficielles dans l'environnement des sites miniers de Bretagne (fichier Excel).	AREVA	-	2012-2016
Bilan environnemental. Sites miniers de la Bretagne, département des Côtes d'Armor, du Finistère et du Morbihan	AREVA	Version 2.0 du 28/02/2014.	2014

Document	Auteur	Référence	Date
Rapport MIMAUSA – Contrôles de second niveau effectués sur les anciens sites miniers du Morbihan et du Finistère.	IRSN	RT/PRP-DGE/2017-00010.	2017
Résultats de la campagne de contrôles radiologiques d'août 2009	IRSN	DEI/SARG/2010-027	2009
Fiche Investigations Stériles Galhaut	AREVA	Fiche n° n° 56A-01	2012
Plan d'échantillonnage complémentaire réalisé par Orano Mining en 2020 puis 2021 dans le cadre du dossier de la déclaration.	AREVA	-	Juin 2020 / décembre 2021
Bordereaux d'analyses des prélèvements (sols, eaux superficielles et sédiments) dans le cadre du dossier de la déclaration.	AREVA	-	Juin 2020 / décembre 2021
Banque du Sous-Sol (BSS) consultée sur Infoterre	BRGM	-	Consultation en mars 2022.
Géochimie des sols, bases de données : inventaire, proposition de démarches pour évaluer la qualité des données et estimer les fonds géochimiques	BRGM	RP-57133-FR2008	2008
Carte des captages d'eau potable dans la zone d'étude	ARS	-	Avril 2022

1.3. Cadre méthodologique et normatif

Cette analyse des enjeux radiologiques et environnementaux est réalisée sur la base de l'approche proposée par le Guide IRSN « Gestion des sites potentiellement pollués par des substances radioactives » (mise à jour de décembre 2011).

Elle tient également compte des principes de la méthodologie nationale relative aux sites et sols pollués (Cf. circulaire ministérielle du 8 février 2007 et sa mise à jour de la note du 19 avril 2017¹).

Elle s'appuie sur la comparaison des résultats d'analyses obtenus au travers des diagnostics réalisés sur ou à proximité du site, aux valeurs de référence disponibles pour chacun des milieux.

En cas d'identification d'un impact notable des milieux (nécessitant une approche plus poussée que l'analyse de l'environnement local témoin ou encore le recours à la grille simplifiée d'IEM du Ministère en charge de l'Environnement), le cadre d'étude est alors celui d'une IEM (Interprétation de l'Etat des Milieux).

L'approche de la présente Analyse des enjeux radiologiques et environnementaux permet de distinguer dans la zone d'étude les milieux qui :

- Ne nécessitent aucune action particulière, c'est à dire les sites ou les milieux qui permettent la libre jouissance des usages des milieux, sans exposer les populations à des niveaux de risques théoriques excessifs ;
- Doivent faire l'objet de mesures de gestion qui peuvent néanmoins rester des mesures simples.

Par définition, tout site dont l'état des milieux nécessiterait une étude plus poussée ne fait pas l'objet d'une Analyse des enjeux radiologiques et environnementaux, mais d'une Interprétation de l'Etat des Milieux, ou encore d'un Plan de Gestion (comprenant un bilan coûts-avantages).

¹ Le lecteur peut se référer au lien suivant pour plus d'informations : <http://www.sites-pollues.developpement-durable.gouv.fr>

2. Présentation du site et de son environnement

Ce chapitre présente de façon synthétique le contexte environnemental dans lequel s'inscrit le site de Galhaut.

2.1. Présentation du site

2.1.1. Localisation du site et parcelles concernées

L'ancien site minier de Galhaut est localisé sur la commune de Bubry (56) dans le périmètre de la concession dite de Lignol.

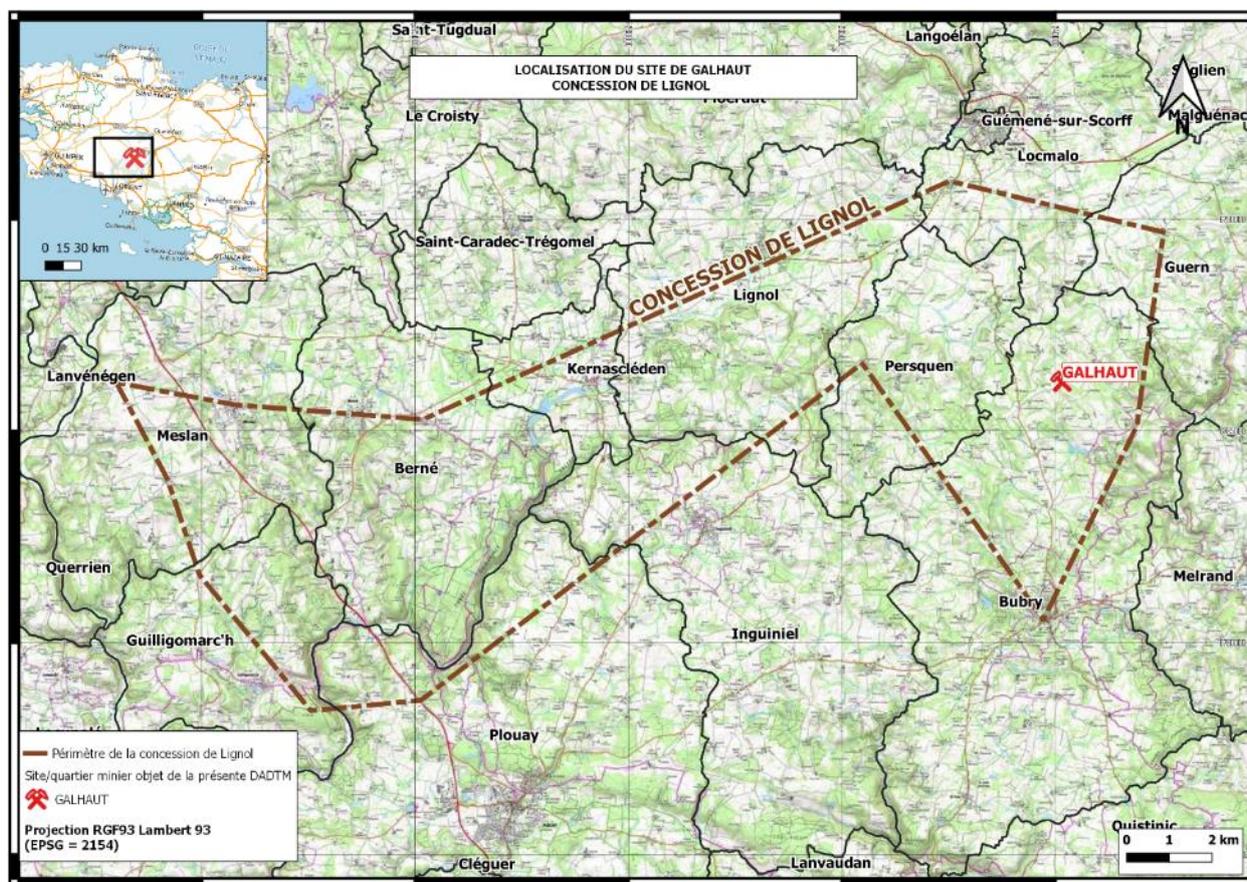


Figure 1 : Périmètre actuel de la concession de Lignol - localisation du site de Galhaut

2.1.2. Parcelles concernées

L'emprise de l'ancien site minier de Galhaut est en partie propriété d'Orano. La liste et localisation des parcelles concernées est donnée dans le Tableau 2 ci-après.

Tableau 2 : Liste des parcelles cadastrales du site minier de Galhaut

N° parcelle	Section	Commune	Nature Travaux	Propriétaire	Surface (m²)
24	ZB	Bubry	Puits et galerie	Orano	1 152
26	ZB	Bubry	Galerie	Orano	13 181
110	ZB	Bubry	Galerie	Orano	3 153
7	ZI	Bubry	Galerie	Privé	26 516
34	ZI	Bubry	Galerie	Privé	99 826



Figure 2 : Localisation du site minier de Galhaut et inventaire cadastral

2.1.3. Historique minier

L'indice de Galhaut a été découvert en 1964 par la Société Industrielle et Minière d'Uranium (SIMURA) dans le cadre du permis exclusif de recherches de Lignol. Cet indice a montré l'intérêt d'une nouvelle zone structurale sensiblement parallèle à l'axe Persquen – Bubry. Dans le cadre du permis de recherches de Lignol, **entre 1964 et 1965**, les recherches sur le site de Galhaut ont compris :

Éléments d'ordre historique

- ▶ plus de 90 tranchées représentant un total de plus de 1 800 mètres linéaires
- ▶ ainsi que 42 sondages représentant 1 815 mètres linéaires.

Puis les reconnaissances ont été poursuivies par **travaux miniers souterrains entre 1966 et 1967**, avec :

- ▶ 1 niveau de galerie : N-30 (132 mNGF) ;
- ▶ 1 ouvrage débouchant au jour : P1 : puits recoupant le niveau N-.

La production totale du site de Galhaut est estimée à 658 tonnes de minerai à 1,95% contenant 1 230 kg d'U de produits bruts.

Description des infrastructures et travaux souterrains

Les travaux et infrastructures souterrains comprenaient :

- ▶ 1 niveau de galerie : N-30 (132 mNGF) ;
- ▶ 1 ouvrage débouchant au jour : P1 : puits recoupant le niveau N-30 (dalle à environ 161 mNGF).

D'après les archives minières disponibles, seule une baraque de chantier (comprenant le treuil d'extraction, les vestiaires et le bureau) attenante au puits était présente sur le site de Galhaut. Il ne subsiste actuellement aucune trace en surface de l'installation.

Il n'existe aucune **verse ou dépôt** au droit du site de Galhaut.

Aucune mention de gestion des **eaux d'exhaure** n'apparaît dans l'historique des travaux miniers sur le site de Galhaut et aucune information ne permet de préciser le niveau des eaux dans les travaux miniers. Néanmoins il est précisé dans l'historique minier que des venues d'eau ont été constatées lors de la foration du puits à 16 m de profondeur. Toutefois, les archives ne mentionnent pas comment étaient gérées ces eaux. Les éventuelles venues d'eaux étaient probablement pompées et remontées en surface pour permettre l'exploitation.

Compte tenu de la topographie au droit du site, les eaux d'exhaure étaient vraisemblablement rejetées dans le thalweg attenant au site au Nord Est et qui rejoint le ruisseau des Roches.



Figure 3 : Plan des travaux miniers et infrastructures

Les travaux de réaménagement du site minier de Galhaut réalisés en 1992 (travaux réalisés dans le cadre du délaissement des sites miniers de la concession de Lignol) ont consisté en :

- ▶ un remblayage intégral du puits P1 ;
- ▶ un débroussaillage, nettoyage, remodelage du carreau en concordance avec la topographie environnante.

La Figure 4 ci-après indique l'environnement du site aux abords du puits P1 et de l'ancien carreau avant et post travaux miniers :

Travaux de mise en sécurité réalisés



Figure 4 : Comparaison des vues aériennes du site avant (à gauche : 1952) et après (à droite : vue actuelle) les travaux de recherche.

2.2. Sources potentielles de pollution

Compte-tenu de l'historique minier de Galhaut (voir le paragraphe 2.1.3), les sources potentielles de pollution identifiées sont les suivantes :

- L'emplacement de l'**ancien carreau minier** où les anciennes activités sont susceptibles d'avoir apportées en surface des matériaux marqués radiologiquement de façon ponctuelle. Il convient toutefois de relativiser cette hypothèse, le site n'ayant abrité ni verse, ni dépôt. Les deux plans compteur réalisés ne mettent pas en évidence de marquage significatif de la zone (voir le chapitre 5.1) ;
- Le point supposé de **rejet des eaux d'exhaure** lors de l'exploitation (thalweg attenant au site au Nord Est et qui rejoint le ruisseau des Roches). Il convient également de relativiser cette hypothèse, compte tenu de l'absence de marquage au droit des zones ayant potentiellement fait l'objet d'un rejet des eaux pompées lors de l'exploitation. Les deux plans compteur réalisés ainsi que le suivi historique sur les eaux de surface ne mettent pas en évidence de marquage significatif de la zone (voir le chapitre 5.1) ;

2.3. Contexte géologique

La carte géologique régional (extrait de la carte géologique du BRGM au 1/50 000) ainsi que le log tectono-lithostratigraphique (extrait des données du SIGES Bretagne) sont fournis ci-dessous :

Tableau 3 : Contexte géologique

Carte géologique



Extrait de la carte géologique au 1/50 000^e de Pontivy © BRGM

0 1 2 3 4 5 km

	Alluvions récentes
	Granite de Pontivy : Leucogranite à deux micas (muscovite > biotite), à nombreux filons aplitiques ou pegmatitiques
	Micaschistes feldspathisés
	Micaschistes du Briovérien
	Filons de quartz
	Filons de dolérites

Figure 5 : Extrait de la carte géologique de Pontivy

Géologie régionale

La zone d'étude se trouve dans le massif granitique de Pontivy, au cœur du massif armoricain.

La structure de ce dernier s'est édifiée au cours de plusieurs orogénèses (formations de chaînes de montagnes). A l'ère primaire, au cours de l'orogénèse Varisque (-420 à -300 millions d'années), un nouvel épisode tectonique majeur mit en place la chaîne hercynienne, qui structura tout le sud du massif armoricain et dans une moindre mesure, le centre.

La mise en place de cette chaîne de montagnes entraîna les déformations des différents terrains des domaines centre et sud-Armoricains et le rejeu de failles majeures orientées N100° à N110° (cisaillements nord et sud-Armoricains) ainsi que la mise en place des profils d'altération actuels.

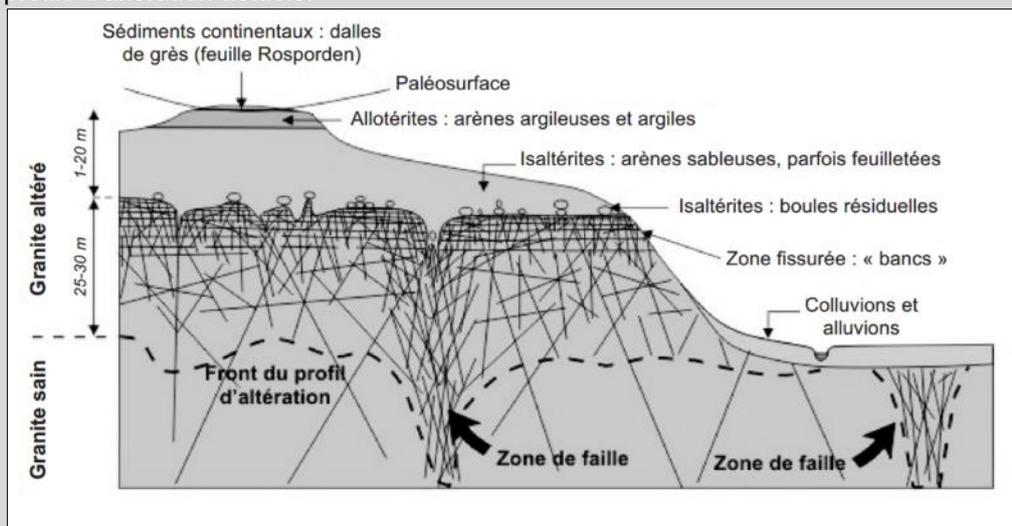


Figure 6 : Schéma général d'un profil d'altération sur granite dans la région de Plouay (source notice géologique 0348N, BRGM, 2006)

Géologie locale

Le site de Galhaut se trouve au sein du massif granitique de Pontivy, caractérisé par un leucogranite à deux micas (muscovite > biotite), à nombreux filons aplitiques ou pegmatitiques.

Le support de minéralisation est une épisyénite rose ou vert à gris-vert à feldspaths roses. La phyllitisation est intense (muscovite, séricite, chlorite). La minéralisation sur l'épisyénite correspond à des produits noirs d'imprégnation sur diaclases et fractures.

Le gisement est une zone broyée à failles en tresses contrôlant l'épisyénitisation, les zones s'anastomosent avec extension de l'épisyénite aux dièdres d'intersection. L'emprise de la zone est d'environ 30 m de large au minimum. La direction générale N130 à N150° au Sud-Est tourne au N110° et se bifide dans les deux directions à l'extrémité nord-Ouest.

2.4. Contexte hydrogéologique/ hydrologique

Aucun ruisseau permanent ne circule à proximité du site. Seul deux cours d'eau temporaires sont situés à proximité du site :

- Un cours d'eau sans nom au sud-est du site à la cote 150 mNGF. Il se jette dans le ruisseau de la Sarre à environ 3 km au Sud-Est du site de Galhaut. Ce cours d'eau non permanent appartient à la masse d'eau **FRGR0100**, nommé la Sarre et ses affluents depuis l'étang du Roz jusqu'à la confluence avec le Blavet.
- Le cours d'eau des Roches au nord du site à la cote 146 mNGF. Il se jette dans le ruisseau de Goat Moat à environ 1,2 km au nord du site de Galhaut. Ce cours d'eau non permanent appartient à la masse d'eau **FRGR0095**, nommé la Scorff et ses affluents depuis la source jusqu'à l'estuaire.

Ces ruisseaux temporaires dépendent

- du SDAGE (schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux) de l'agence Loire Bretagne ;
- des SAGE (schéma d'aménagement des eaux) du Scorff et du Blavet de Blavet) ;
- du contrat de rivière Scorff.

Deux parcours de pêche « La Sarre à l'amont de Melrand » et « La Sarre à Bourdousse » sont identifiés sur La Sarre à environ 5 km au sud-est du site (en aval hydraulique) par la fédération départementale de Pêche du Morbihan. Aucun autre usage récréatif des eaux de surface n'a été identifié lors des visites de site réalisées par SCE en 2020 et 2021.

Selon la BNPE (Banque Nationale des Prélèvements en Eau), aucun prélèvement des eaux superficielles n'est recensé dans un rayon de 5 km autour du site.

Le réseau hydrographique au droit du site est représenté dans la Figure 7 ci-après.

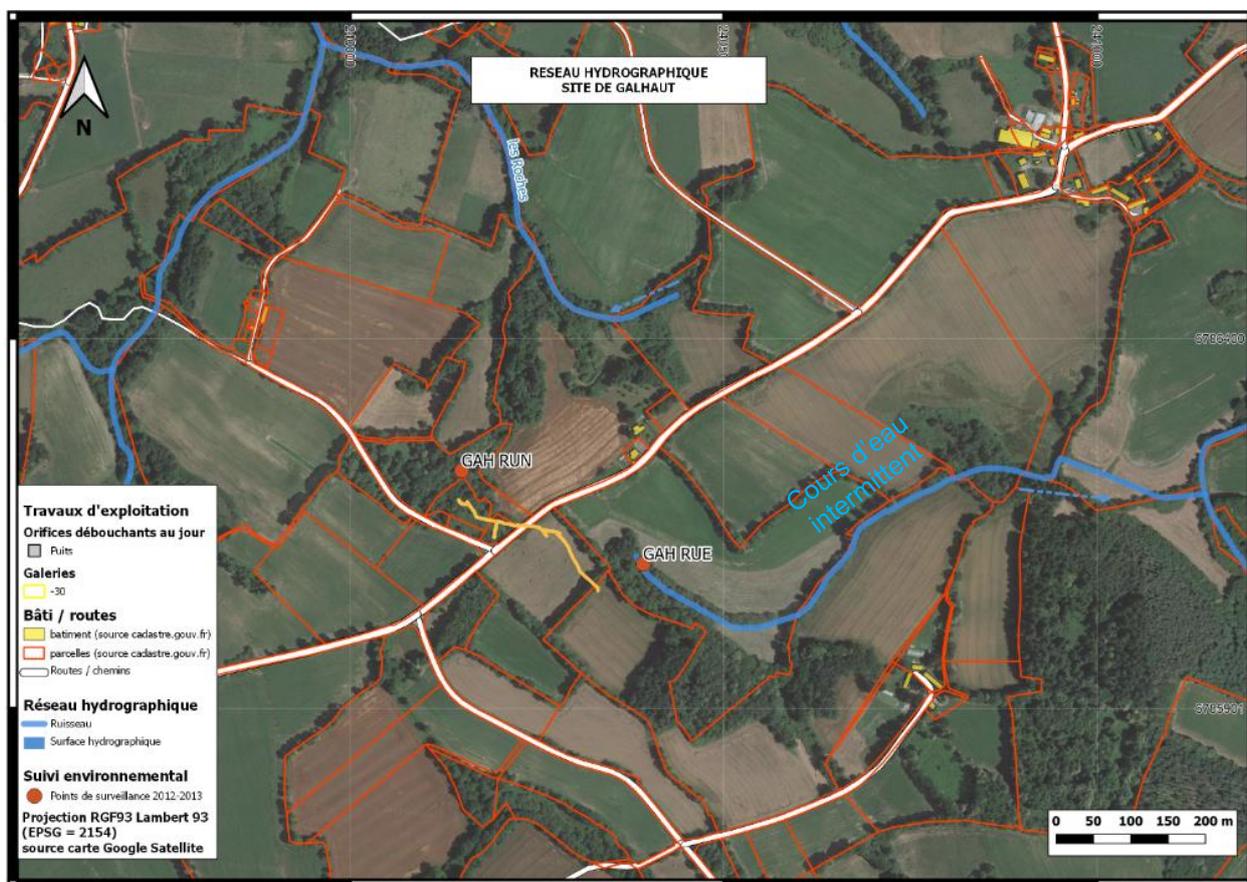


Figure 7 : Réseau hydrographique au droit du site

Au droit du site de Galhaut, les aquifères sont de type fissurés. Le niveau piézométrique des eaux souterraines au droit du site est inconnu.

Aucun usage des eaux souterraines n'est identifié au droit du site, et aucune exhaure en cours d'exploitation et post exploitation n'est documentée au droit du site de Galhaut, excepté une arrivée d'eau rencontrée lors de la foration du puits P1 à 16 mètres de profondeur.

Selon les données de l'ARS Bretagne (délégation départementale du Morbihan), le site de Galhaut ne se trouve dans aucun périmètre de protection de captage d'eau destinée à la consommation humaine (voir localisation en Annexe 1). Les premiers captages d'eau destinée à la consommation humaine et leurs périmètres de protection se situent à plus de 6 km du site. Sur la base d'une consultation de la BSS (Banque du Sous-Sol du BRGM) et de l'ARS, 3 puits sont identifiés dans un rayon de 2,5 km autour du site d'étude.

Leurs caractéristiques sont rapportées dans le tableau ci-après.

Tableau 4 : Puits identifiés dans la BSS dans un rayon de 2,5 km autour du site

Identifiant BSS	Localisation par rapport au site	Année de foration	Profondeur	Usage
BSS000ZJDX	2,3 km au nord	2009	50 m	Eau (usage non renseigné)
BSS000ZJDS	1,2 km au sud-ouest	2012	31 m	Eau (usage non renseigné)
BSS000ZJCP	1,7 km au sud	2087	30 m	Eau (usage non renseigné)

Ces captages présentent un usage peu sensible. De plus, ces captages ne sont pas jugés vulnérables à un éventuel impact issu du site de Galhaut, au vu de :

- leur distance par rapport au site ;
- de la discontinuité des écoulements d'eaux souterraines en milieu fracturé ;
- la faible envergure des travaux réalisés sur ce site (faible tonnage, travaux de recherche uniquement par traçage d'une galerie).

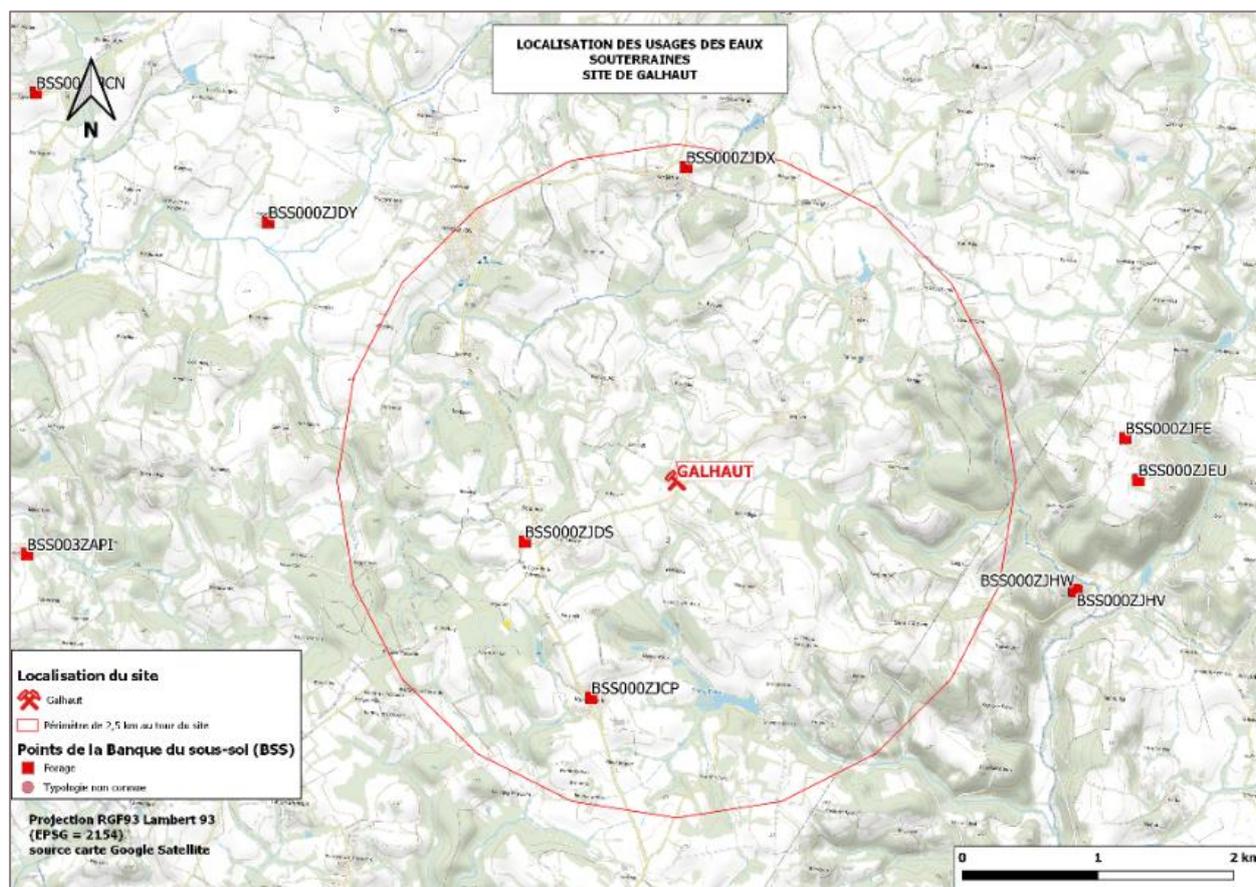


Figure 8 : Usages des eaux souterraines (source : Banque du Sous-Sol, BRGM)

A noter qu'Orano a effectué un suivi de la qualité des eaux de surface au droit de deux points proches du site entre septembre 2012 et juin 2013 (dont les résultats sont présentés dans le Bilan environnemental – sites miniers de la Bretagne établi par Orano en 2014). Les points échantillonnés étaient les suivants :

- GAH RUN : Galhaut Ru Nord;
- GAH RUE : Galhaut ru Est.

Ces points sont reportés sur la Figure 7. Au vu de la topographie, ils se trouvent en aval hydraulique du carreau minier. A noter que ces deux points sont situés au droit d'un ru non pérenne qui, en période de basses eaux sont généralement à sec.

2.5. Contexte climatique

Le contexte climatique du site est synthétisé dans le tableau ci-après.

Tableau 5 : contexte climatique de la zone d'étude

Contexte climatique	
Climat	Le climat dominant de la Bretagne est le climat océanique caractérisé par des étés doux et des hivers pluvieux et doux. Les écarts de températures sont faibles et les jours de gel en hiver sont rares. Les précipitations sont assez fréquentes et sont réparties toute l'année.
Pluviométrie	Les précipitations annuelles moyennes (1997-2006) sont de l'ordre de 1100 à 1300 mm/an au niveau de la zone d'étude.
Températures	Les températures annuelles moyennes (1997-2006) sont de l'ordre de 11,5 à 12 °C au niveau de la zone d'étude.
Vent	La Bretagne est une région particulièrement venteuse (moyenne annuelle de 6,5 à 7,5 m/s).

2.6. Patrimoine naturel

Les espaces protégés au droit du site d'étude et dans un rayon de 5 km autour de ce dernier sont identifiés dans le Tableau 6 ci-après. Les typologies de zones protégées sont les suivantes :

- **ZNIEFF (Zones d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique) :**
 - **De type I :** de superficie réduite, les ZNIEFF de type I sont des espaces homogènes écologiquement, définis par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou d'habitats rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel régional. Ce sont les zones les plus remarquables du territoire ;
 - **De type II :** il s'agit de grands espaces qui intègrent des ensembles naturels fonctionnels et paysagers, possédant une cohésion élevée et plus riches que les milieux alentours.
- **Réseau Natura 2000 :** Le réseau Natura 2000 rassemble des sites naturels ou semi-naturels de l'Union européenne ayant une grande valeur patrimoniale, par la faune et la flore exceptionnelles qu'ils contiennent.
- **Sites inscrits :** Un site inscrit est un espace naturel ou bâti de caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque qui nécessite d'être conservé. L'inscription est prononcée par arrêté du Ministre en charge des sites.

Tableau 6 : Zones protégées dans un rayon de 5 km autour du site de Galhaut

Type de zone protégée	Nom de la zone
Sur site	
ZNIEFF de type II	ZNIEFF n°06300000 : Le Scorff – Forêt de Pont Calleck.
Dans un rayon de 5 km autour du site	
ZNIEFF de type I	<ul style="list-style-type: none"> • ZNIEFF n°00000752 : La Sarre 2, à 3,5 km à l'Est et en aval hydraulique ; • ZNIEFF n°00000587 : les marais et l'étang de Maneantoux, à 1,5 km au Sud, hors bassin hydrographique.
Zone Natura 2000	Rivière du Scorff, forêt de Pont Calleck, rivière Sarre
Site inscrit	Aucun

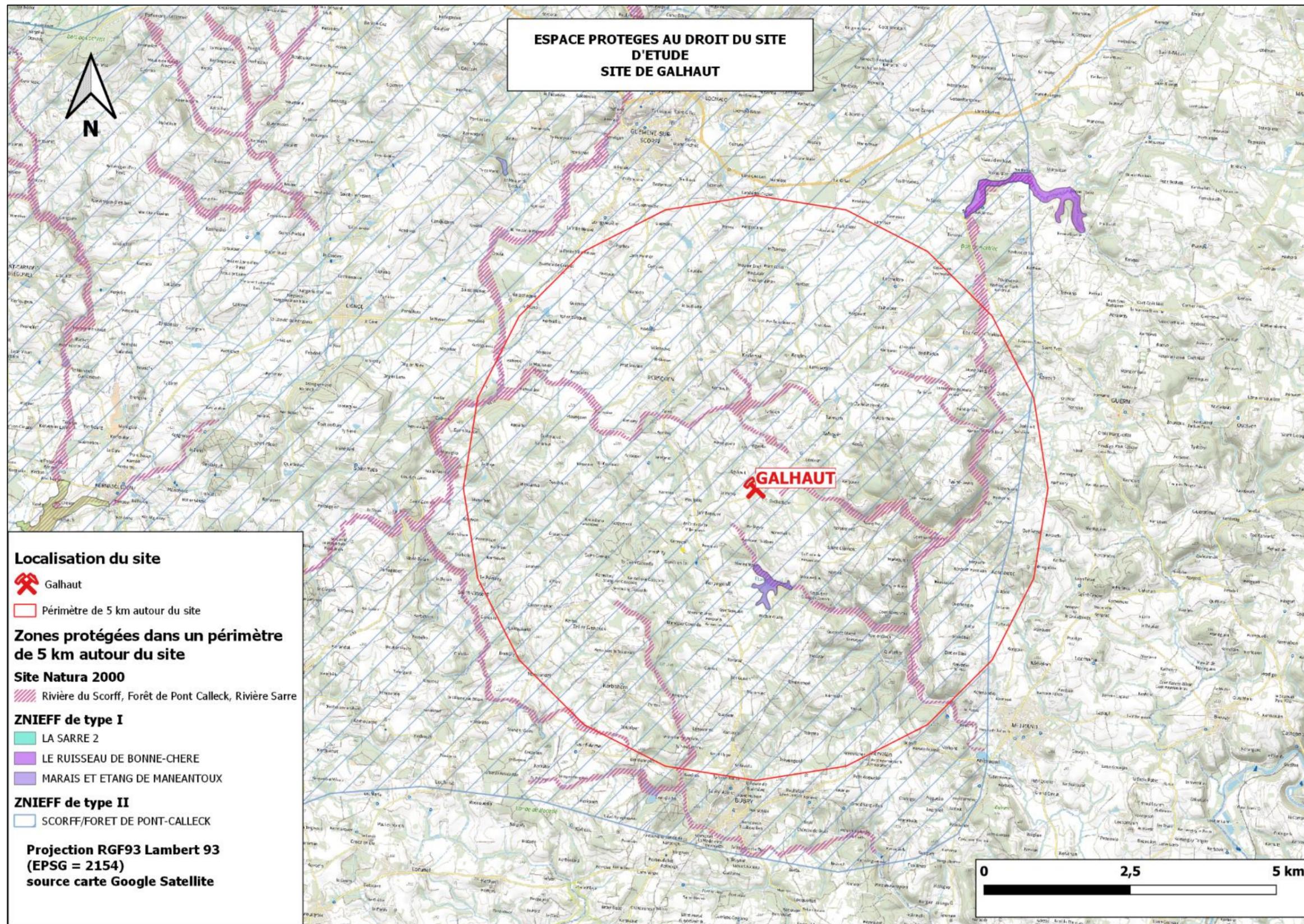


Figure 9 : Espaces naturels dans un périmètre de 5 km autour du site (hors sites inscrits)

3. Usages constatés

3.1. Environnement et occupation du site

Ancien site minier de Galhaut	
Adresse	Bubry (56)
Alt.	~ 150 m NGF
Description	Le site minier de Galhaut s'inscrit dans un paysage présentant un vallonement très adouci, et constitué de prairies et quelques bois. L'ancien carreau est actuellement occupé par une zone boisée, peu accessible et broussailleuse. La galerie N-30 à l'aplomb d'une route longe l'ancien carreau au sud, et se poursuit sous des parcelles agricoles situées de l'autre côté de la route, à l'est/sud-est du careau.
Environnement et occupation du site	Environnement rural : la majorité des parcelles alentours est occupée par des champs, prairies et quelques bois. Les parcelles agricoles aux alentours sont essentiellement dédiées à de la culture (notamment le maïs lors de la visite de site réalisée par SCE en juillet 2021).

3.2. Usages constatés

Deux visites du site et de ses alentours ont été réalisées par des intervenants de SCE : le 25/08/2020, puis les 07-08/07/2021. Les principales observations sont illustrées par les photographies de la **Figure 10** ci-après.

L'ancien site minier est localisé en position sommitale. Les alentours du site comportent des habitations (voir ci-après), des prairies, des champs, et quelques bois.



Ancien carreau vu depuis la route au sud



Ancien carreau (difficilement accessible, boisé et broussailleux)



Emplacement de la route à l'aplomb de laquelle passe la galerie N-30 (en direction du sud)

Habitation la plus proche du site (à environ 200 m à l'est de l'ancien carreau)

Figure 10 : Photographies des visites de site d'août 2020 et de juillet 2021 (source SCE)

Les habitations suivantes sont identifiées dans les alentours du site :

- Hameau de Galhaut à 400 m au NW.
- Hameau de Kerorguen à 900 au NW.
- Hameau de Riguello à 650 m au NE.
- Hameau de Blainen à 200 m au NE.
- Hameau de Locolven à 850 m au NE.
- Hameau de Bréhédigan à 600 m au SE.
- Hameau de Helléguy à 600 m au Sud.
- Hameau de la Villeneuve à 900 m au SW.
- Hameau de le Porzo à 450 m au SW.

Tableau 7 : Usages constatés et vulnérabilité de l'environnement proche du site de Galhaut

Localisation, dénomination	Description	Usage constaté	Vulnérabilité / sensibilité
Parcelles ZB 24, 25, 110 et 111	Ancien carreau minier	Actuellement sans usage (terrains boisés et broussailleux).	Pas d'usage constaté
Au Nord			
Parcelles ZB 26, 27	Parcelle boisée	Forêt avec chemin d'accès à une parcelle agricole située à l'est, mais sans usage constaté	Usage peu sensible (chemin d'accès agricole avec des passages ponctuels et une durée d'exposition faible) et peu vulnérable (pas au droit des anciens TM).
Parcelle ZB 28	Parcelle rurale / boisée	Jachère / zone boisée. La partie sud de la zone boisée abrite une zone topographiquement basse, potentiellement propice à l'accumulation d'eaux de ruissellement.	Usage peu à pas sensible, mais potentiellement vulnérable (zone probable des rejets des venues d'eaux de pompage d'exploitation = point bas topographique)
A l'Ouest du site			
Parcelles ZB 40 à 43	Parcelles cultivées	Champs cultivés (maïs, luzerne)	Usage sensible mais peu vulnérable (pas au droit des anciens travaux miniers, pas de rejet d'eaux de pompage d'exploitation suspecté au droit de cette parcelle).
Au Sud/ Sud-est du site			
Parcelle ZI 07	Parcelle cultivée	Champs de maïs (en juillet 2021) à l'aplomb duquel se trouve une portion de la galerie N-30	Usage sensible et vulnérable (au droit des anciens TM) Pas de rejet d'eaux de pompage d'exploitation suspecté au droit

Localisation, dénomination	Description	Usage constaté	Vulnérabilité / sensibilité
			de cette parcelle (topographie non adaptée).
A l'Est du site			
Parcelle ZB 23	Parcelle cultivée	Culture céréalière	Usage sensible et peu vulnérable (au droit des anciens TM) Pas de rejet d'eaux de pompage d'exploitation suspecté au droit de cette parcelle (topographie non adaptée).
Parcelles ZB 23 et 112	Habitation avec potager	Bâtiments d'habitation, serre, potager (pleine terre), puits dont l'usage n'a pu être vérifié lors des visites de sites réalisées. .	Usages sensibles mais peu vulnérables (pas au droit des anciens travaux miniers, pas de rejet d'eaux de pompage d'exploitation suspecté au droit de la parcelle et sens d'écoulement des eaux non orienté vers la parcelle concernée).

L'emplacement des usages identifiés dans le cadre de cette étude est représenté sur la Figure 11 ci-après.

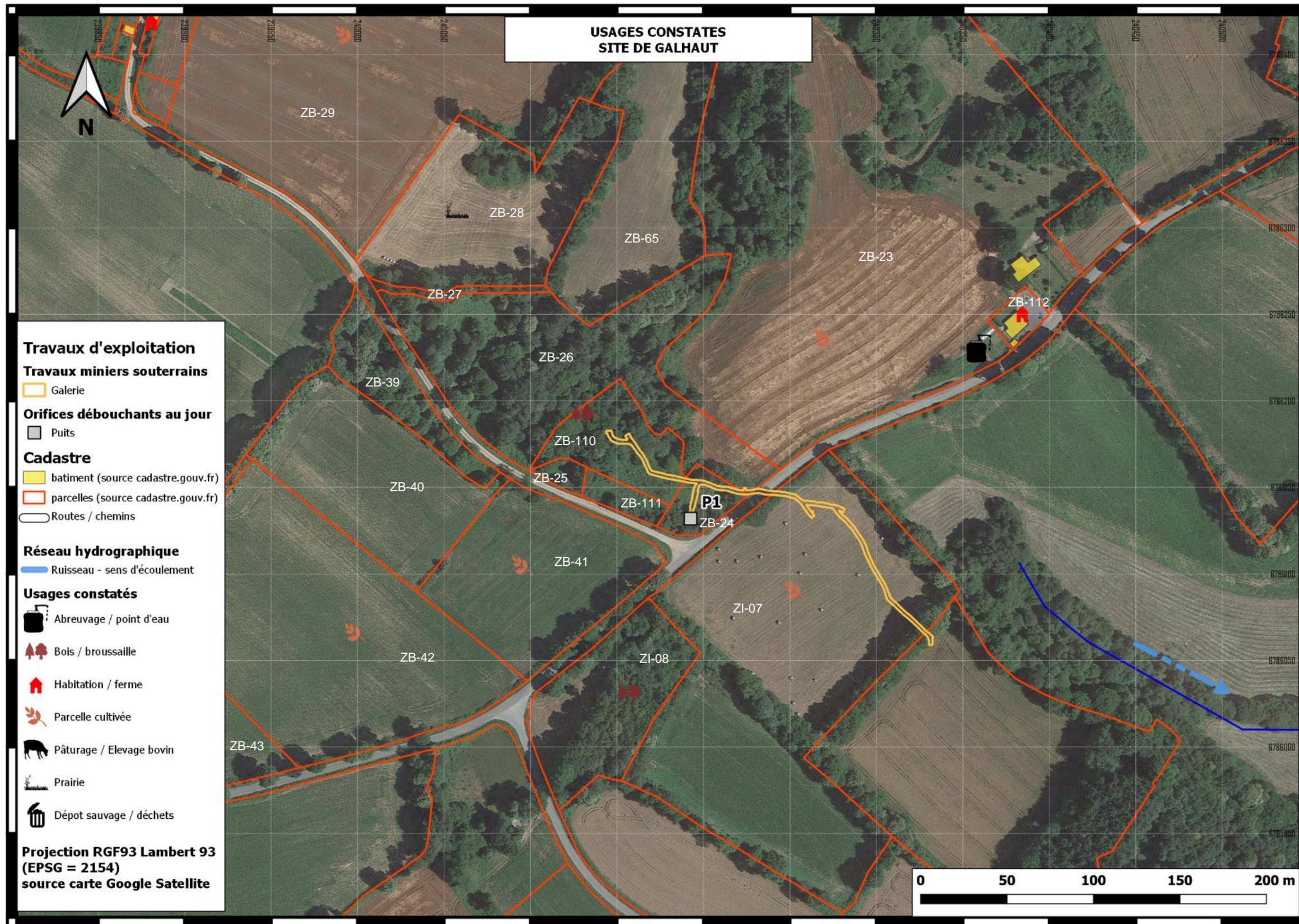


Figure 11 : Localisation des usages constatés à proximité du site minier de Galhaut

4. Valeurs de références : environnement local témoin, référence hors influence minière et valeurs de gestion

Dans le cadre de l'Analyse des enjeux radiologiques et environnementaux menée sur le site de Galhaut, une approche comparable à la méthodologie de réalisation d'Interprétation des milieux (IEM) en contexte radiologique et chimique a été faite.

Cette méthodologie s'appuie également sur les IEM menées par Orano sur des sites miniers situés à proximité de Galhaut et ayant fait l'objet de nombreux échanges avec l'administration :

- Site minier de Kerler ;
- Site minier de Ty Gallen ;
- Site minier de Rosglas ;
- Site minier de Bonote ;
- Site minier de Poulprio.

Ces IEM sont présentées dans le rapport référencé PROJ-17-01341-Livrable 2 du 22/02/2019, établi par la société Conseils & Environnement. A noter que certains sites ont par la suite fait l'objet de plans de gestion (Bonote, Ty-Gallen, Kerler).

L'évaluation menée s'est appuyée sur :

- une analyse critique des milieux d'exposition potentiels retenus ;
- les investigations réalisées sur les différents milieux sur lesquels des usages étaient potentiellement constatés ;
- les valeurs de références (Environnement Local Témoin, Valeurs de référence hors influence minière – voir le chapitre 4) permettant de comparer les valeurs obtenues lors des investigations ;
- une démarche progressive permettant d'évaluer la nécessité d'investiguer des milieux d'exposition complémentaires.

4.1. Origine et traitement des données analytiques

Le tableau ci-après présente de façon synthétique les campagnes de prélèvements / de mesures assurées par Orano Mining, dont sont issues certaines des données analytiques exploitées dans le présent rapport.

Tableau 8 : Origine des données analytiques

Milieu investigué / mesure	Date des investigations	Laboratoire d'analyses	Précisions
Plan compteur	22/08/2012	-	Plan compteur réalisé par Algade pour le compte d'Orano
	28/05/2020		Plan compteur réalisé par Orano dans le cadre de l'élaboration des DADT Bretagne
Mesures de caractérisation de l'Environnement Local Témoin (ELT) et valeur de référence hors influence minière			
Sols	2020	Laboratoire ORANO MINING CIME	Echantillons de sols prélevés hors influence minière issus de 3 points : PRT_ESBF_01 à PRT_ESBF_03
Sédiments	2012-2019	INERIS / Laboratoire ORANO MINING CIME	IRSN 2015 dans le cadre du contrôle de niveau 2 des anciens sites miniers de Bretagne avec recherche de l'238U et du 226Ra au niveau du ruisseau du Chapelain

Milieu investigué / mesure	Date des investigations	Laboratoire d'analyses	Précisions
			2012 à 2019 dans le cadre du suivi réalisé sur les sites miniers de Bretagne : - CHAP A : ruisseau du chapelain
Eaux superficielles	2009-2019	INERIS / Laboratoire ORANO MINING CIME	IRSN 2009 dans le cadre du contrôle de niveau 1 des anciens sites miniers de Bretagne avec recherche de l'238U et du 226Ra au niveau du ruisseau du Chapelain 2011 à 2019 dans le cadre du suivi réalisé sur les sites miniers de Bretagne : - CHAP A : ruisseau du chapelain - GOAH A ; ruisseau de Goah ; - SARRE A : ruisseau de Sarre
Mesures de caractérisation des milieux au droit du site			
Sols	2020		Un seul échantillon disponible : GAH-ESIS-01
Sédiments	2021		Deux échantillons : - Cours d'eau intermittent en aval du site minier de Galhaut GAH RUE SD et GAH RUN SD
Eaux superficielles	2021	Laboratoire ORANO MINING CIME	Deux échantillons d'eaux superficielles prélevés lors d'une campagne de prélèvement en décembre 2021 en l'absence d'eau lors de la campagne Bretagne réalisée par Orano en mai 2020 : - GAH RUE à l'Est, en aval du site minier, dans le ru intermittent rejoignant « La Sarre en aval » ; - GAH RUN au Nord, en aval du site minier dans le ru non pérenne rejoignant le ruisseau des Roches puis le ruisseau de Goah Mout.

Notons que certaines concentrations mesurées en laboratoire pour les différentes matrices investiguées sont parfois rapportées sous la forme d'une fourchette (exemple : x +/- y mg/kg). Les analyses concernées sont l'Uranium total et le Ra226 total.

Dans ce cas de figure, la concentration affichée par SCE dans les tableaux des paragraphes suivants correspond à la valeur maximale. L'analyse du résultat tient alors toutefois compte de l'ensemble de la fourchette des valeurs possibles pour le paramètre considéré.

La Figure 12 ci-après rapporte la position des points de prélèvements mentionnés dans le tableau précédent.

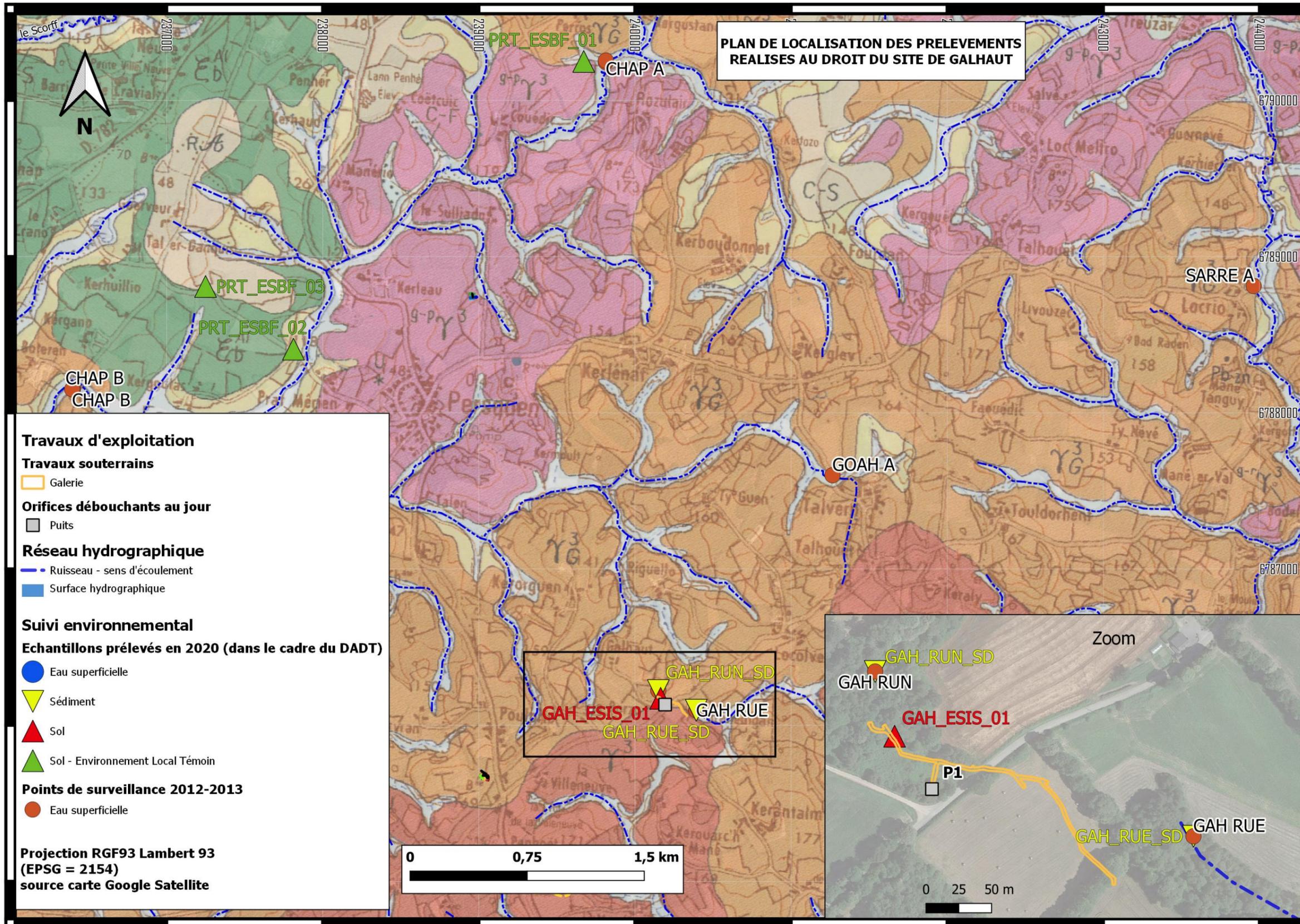


Figure 12 : Localisation des points de prélèvement caractérisés par Orano

4.1.1. Précisions relatives à l'élaboration de l'Environnement Local Témoin au droit du site de Galhaut

3 prélèvements de sols (au niveau de la tranche 0-30cm de profondeur) ont été réalisés afin de définir un environnement local témoin représentatif des contextes géologique et pédologique environnant l'ancien site minier de Galhaut. Ces prélèvements de sols superficiels ont été réalisés par **Orano Mining en 2019** dans des zones situées en dehors de toute influence des anciennes activités minières et ont fait l'objet d'analyses en ^{238}U et ^{226}Ra et en 11 éléments traces métalliques.

Les prélèvements PRT_ESBF_01 à 03 ont été prélevés dans des prairies, champs ou en lisière de bois. Les contextes pédologiques et géologiques ont été choisis pour se rapprocher au plus près des contextes observés sur le site d'étude où dans sa proximité immédiate. D'après la carte du BRGM 1 :50 000, PRT_ESBF_01 est localisé le granite de Cascadec faisant partie du grand Massif granitique de Rostrenen, intégrant aussi les leucogranites de Pontivy (granites à grain moyen, à deux micas) et leucogranites de Baud ; ils seraient datés du Carbonifère - 345 Ma (340-290Ma). PRT_ESBF_02 et 03 sont localisés au niveau des micaschistes à muscovite du Briovérien même si le site Infoterre présente une géologie mise à jour et légèrement différente où PRT_ESBF_02 serait plutôt localisé au niveau du leucogranite de Pontivy. **On notera tout de même une signature géochimique des trois prélèvements plutôt très homogène. Le plan de localisation de ces prélèvements est présenté sur la figure suivante.**

GAH-ESIS-01 est localisé au centre du site de Galhaut sous un couvert végétal important. Le prélèvement a été réalisé avec difficulté car les terrains ont été relativement remaniés et sont aujourd'hui couverts de ronciers. Le prélèvement est localisé au sein du Massif granitique de Rotrenen sur une géologie comparable à PRT-ESBF-01 et 02 si on se fie aux cartes géologiques du BRGM.

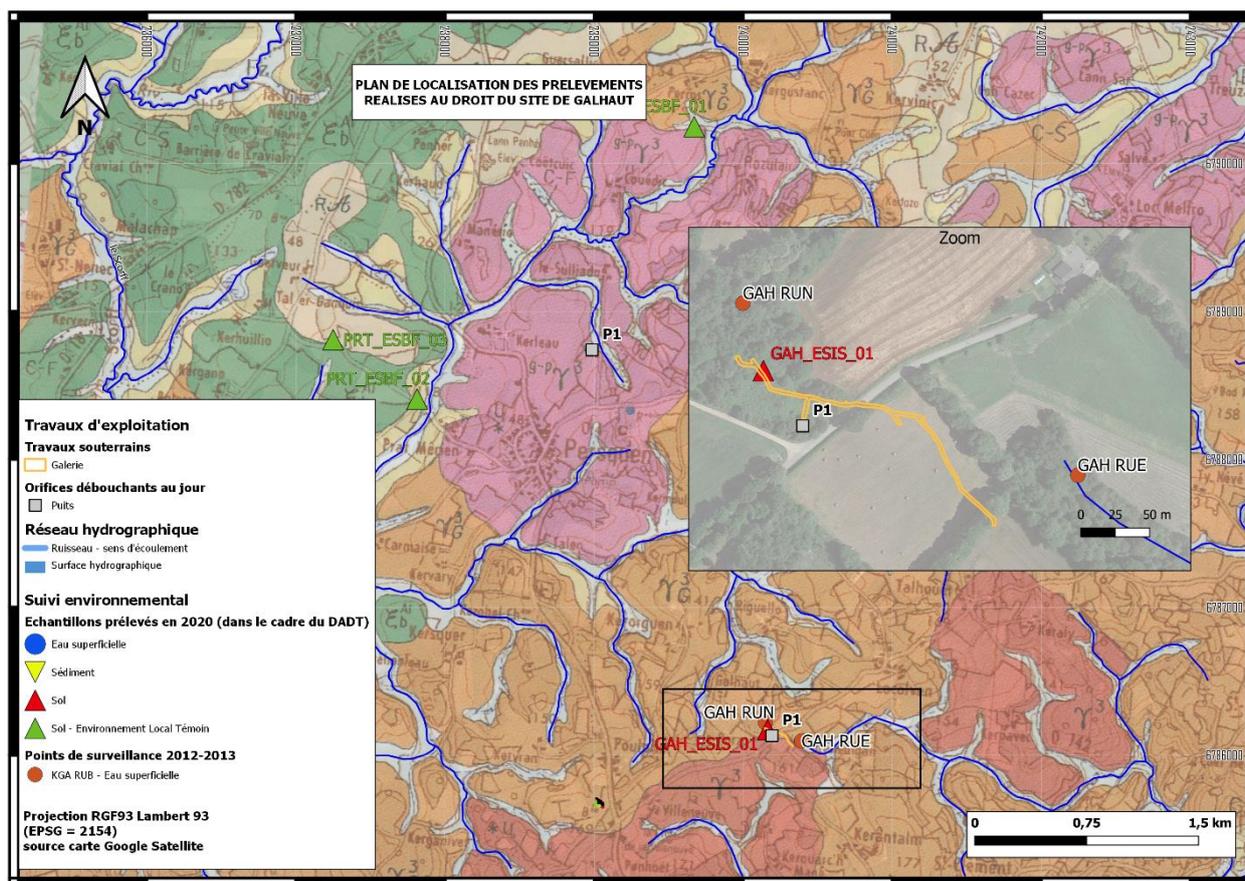


Figure 13 : Localisation des échantillons et cartes Géologiques BRGM papier et numérique au 1: 50 000

En compléments, la base de données SIG Mines a été consultée dans le cadre de l'élaboration de l'Environnement Local Témoin. 6 analyses sur les sols superficiels (30-50 cm) disponibles dans un rayon de 2 km réalisés par le BRGM dans le cadre de l'inventaire minier national et situés dans une géologie analogue au site minier de Galhaut ont été intégrées. Ces données sont issues de la prospection géochimique à vocation minière réalisée par le BRGM entre 1975 et 1991. Les prélèvements et analyses à proximité du site ont été réalisés par la société SNEAP. Ces analyses ne concernent pas le volet radiologique. Le plan de localisation de ces échantillons autour du site est donné dans la Figure ci-dessous.

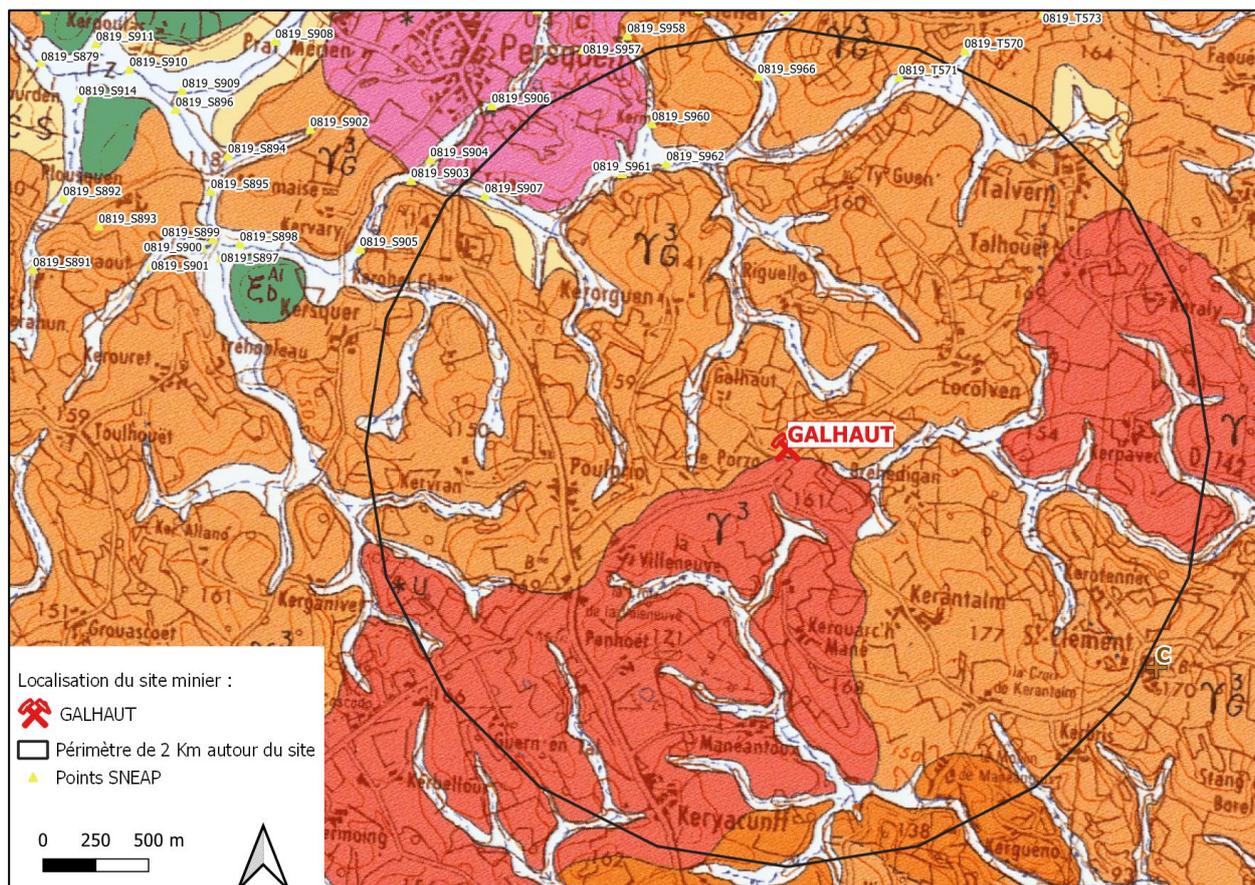


Figure 14 : Localisation des échantillons issus du SIG Mines et cartes Géologiques BRGM papier et numérique au 1 : 50 000

4.1.2. Précisions relatives au positionnement des points de prélèvement des eaux de surface

Les deux points GAH RUE et GAH RUN ont été prélevés lors de la campagne réalisée par Orano en décembre 2021. Ces points se trouvent physiquement en aval du site minier de Galhaut.

Compte tenu du caractère non pérenne des 2 rus dans lesquels les prélèvements ont été réalisés, les observations suivantes sont à prendre en compte :

- Impossibilité de réaliser des prélèvements lors de la campagne de mai 2020, les ruisseaux étaient assés ;
- Absence de point amont hydraulique compte tenu de la topographie du site et de l'absence de cours d'eau en amont de ceux réalisés ;
- Les prélèvements ont été réalisés dans des filets d'eau, les concentrations relevées sont donc vraisemblablement majorantes.

Les photographies ci-dessous présentent le faible filet d'eau présent au droit des points de prélèvements GAH RUE et GAH RUN



Figure 15 : Photographies des prélèvements GAH RUE et GAH RUN (Source Orano)

4.1.3. Précisions relatives à la représentativité des points de prélèvement sur les sols

Un seul prélèvement de sol a été réalisé sur le site minier, hors ELT.

Le plan d'échantillonnage est jugé proportionné au regard des enjeux notamment :

- en l'absence :
 - d'installations de surface hors machine d'extraction,
 - de verses à stériles,
 - de travaux d'exploitation d'ampleur (reconnaissance uniquement par galerie sur 1 niveau unique)
 - de traitement sur site,
 - d'impact identifiés lors du suivi sur les eaux superficielles réalisé par Orano entre 2012 et 2013 en aval immédiat des TMS – absence d'évolution du site depuis 2013.
 - d'impact radiologique identifié lors des plans compteurs réalisés par Algade (2012) et Orano (2020)
- et compte tenu de la faible surface au sol des parcelles concernées par des sources potentielles de pollution.

4.2. Rappel des définitions

Le Tableau 9 reprend la définition de l'ensemble des valeurs de comparaison utilisées dans ce rapport.

Tableau 9 : Définition des valeurs de comparaison utilisées dans l'Analyse des Enjeux Radiologiques et Environnementaux

Jeu de valeurs de comparaison	Définition
<p>Pour les sols : <u>Environnement Local Témoin (ELT)</u></p> <p>Pour les eaux et sédiments : <u>Référence hors influence minière</u></p>	<p>Il s'agit du bruit de fond géochimique hors influence minière. En règle générale, l'environnement local témoin est établi à partir du diagnostic de l'état initial réalisé avant le démarrage des activités. Au vu l'ancienneté du site, aucun état initial de la qualité des milieux n'a été réalisé avant le démarrage de l'exploitation minière sur le site d'étude. Ainsi, à défaut de cet élément de comparaison initial, l'environnement local témoin peut être déterminé pour chacun des milieux d'exposition :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Soit par des investigations réalisées sur ou à proximité du site et en dehors de l'influence minière ; • Soit par des investigations réalisées sur d'autres sites dont les conditions s'apparentent à celles du site d'étude ; • Soit grâce à des données d'études disponibles (bibliographiques) réalisées sur des sites dont les conditions s'apparentent à celles du site d'étude ; • Soit grâce à des données issues de campagnes de terrain menées par le BRGM notamment et ayant permis la consolidation de la base de données SIGMines. Ces données ayant été déterminées dans certains cas à proximité des sites miniers et avant exploitation de ces derniers. <p>Sur les eaux et sédiments, en l'absence de prélèvement amont, l'introduction de la référence hors influence minière permet une comparaison à la valeur aval site.</p>
<p>Uniquement pour les éléments traces métalliques dans les sols – ASPITET RMQS</p>	<p>Concernant les éléments traces métalliques, les valeurs d'ELT retenues peuvent être comparées aux données bibliographiques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Données locales : les valeurs du réseau RMQS (Réseau Mesure et Qualité des Sols), <i>Villanneau et al., 2008</i>. Il s'agit d'un programme développé par l'INRA et GIS Sol proposant des valeurs locales pour certains éléments traces métalliques. Les données sont extraites de la maille de 16x16 km dans laquelle est localisée le site d'étude, en retenant la valeur maximale mesurée dans les sols de surface (horizon entre 0 et 1 mètre) ; • Données nationales : les valeurs de référence en éléments traces métalliques selon le programme ASPITET (Baize, 2000 : http://www7.inra.fr/dpenv/baizec39.htm) qui présentent les valeurs de référence selon différentes gammes. Dans le contexte minier de Galhaut la gamme retenue est celle des valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles modérées.
<p>Valeurs de gestion (VG) pour l'Homme</p>	<p>Les valeurs de gestion disponibles sont recensées pour chaque voie et scénario d'exposition pertinents retenus. Il s'agit de valeurs de nature réglementaires issues de règlements internationaux, de lois, décrets et arrêtés ministériels, de valeurs élaborées par l'administration ou de valeurs issues de jurisprudence.</p> <p>Ces valeurs concernent la protection de la santé des populations. Le Code de la Santé Publique (Article R. 1333-8) limite la dose efficace annuelle ajoutée (DEAA) à 1 mSv/an (hors expositions médicales et bruit de fond local). Cette valeur tient compte de l'ensemble des voies d'expositions à la radioactivité auxquelles sont exposées une personne, elle s'applique donc à l'ensemble des milieux d'exposition pour lesquels un usage est retenu.</p>
<p>Valeurs de référence pour l'Environnement</p>	<p>L'évaluation de l'impact potentiel du site sur les milieux aquatiques s'effectue par le biais d'un diagnostic de la qualité hydroécologique des milieux aquatiques (reposant sur plusieurs indices biologiques). La situation en amont et en aval du site est alors comparée. En l'absence d'un tel diagnostic sur le site de Galhaut, <u>aucune valeur de référence pour l'Environnement ne sera présentée dans le rapport présent Analyse des enjeux radiologiques et environnementaux</u> ».</p>

4.3. Valeurs de références retenues

Dans un objectif de lisibilité l'ensemble des valeurs de référence retenues pour le site de Galhaut sont présentées de façon synthétique dans le **Tableau 11**.

Ces données sont issues :

- De la campagne de caractérisation de l'environnement local témoin sur les sols (effectuée à proximité du site et en dehors de l'influence minière ;
- Des différents résultats disponibles pour les matrices eaux superficielles, lorsque ceux-ci permettent d'évaluer la qualité des milieux hors de toute influence minière ;
- Des différents textes réglementaires en vigueur et applicables aux milieux investigués.

Les bordereaux analytiques du laboratoire sont joints en Annexe 2. Les chroniques des suivis d'eau menés par Orano entre 2012 et 2019 sont joints en Annexe 3.

Les valeurs sont listées ci-après par milieu d'exposition en précisant pour chaque valeur la référence des rapports dont elles sont issues.

Certaines valeurs constitutives des références hors influence minière et de l'Environnement Local Témoin du site sont construites sur la base de moyennes de valeurs mesurées dans l'environnement du site. Les concentrations ayant permis d'aboutir aux valeurs de comparaison ci-après sont rapportées pour mémoire en Annexe 4.

A noter que tous les milieux considérés ne bénéficient pas nécessairement de valeurs de référence de chaque type pour chaque contaminant considéré (exemple : valeurs de gestion non systématisées).

Tableau 10 : Identification des valeurs de référence

Milieu / exposition concernés	Valeurs de référence et origine des valeurs																																																																				
Exposition externe	<p>Environnement Local Témoin :</p> <ul style="list-style-type: none"> ELT : 9 nSv/h VS : 300 nSv/h <p>Sources :</p> <ul style="list-style-type: none"> Areva, 2011 IRSN, 2015 																																																																				
	<p>Valeurs de Gestion (pour l'Homme) :</p> <p>DEAA < 1 mSv/an</p> <p>Source :</p> <ul style="list-style-type: none"> Code de la santé publique Orano, 2011 																																																																				
Milieu sols	<p>Environnement Local Témoin / Gamme ASPITET / RMQS :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Elément</th> <th style="text-align: center;">²³⁸U Bq/kg</th> <th style="text-align: center;">²²⁶Ra Bq/kg</th> <th style="text-align: center;">Arsenic (As) mg/kg MS</th> <th style="text-align: center;">Cadmium (Cd) mg/kg MS</th> <th style="text-align: center;">Chrome (Cr) mg/kg MS</th> <th style="text-align: center;">Baryum (Ba) mg/kg MS</th> <th style="text-align: center;">Cuivre (Cu) mg/kg MS</th> <th style="text-align: center;">Fer (Fe) mg/kg MS</th> <th style="text-align: center;">Mercure (Hg) mg/kg MS</th> <th style="text-align: center;">Manganèse (Mn) mg/kg MS</th> <th style="text-align: center;">Nickel (Ni) mg/kg MS</th> <th style="text-align: center;">Plomb (Pb) mg/kg MS</th> <th style="text-align: center;">Zinc (Zn) mg/kg MS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">ELT (Borne basse / borne haute)</td> <td style="text-align: center;">41,5 à 42,7</td> <td style="text-align: center;">55,8 à 65,8</td> <td style="text-align: center;">6,28 à 92,8</td> <td style="text-align: center;"><4</td> <td style="text-align: center;">20,9 à 53,6</td> <td style="text-align: center;">339 à 370,2</td> <td style="text-align: center;">5,18 à 12,54</td> <td style="text-align: center;">12 900 à 16 70</td> <td style="text-align: center;"><1</td> <td style="text-align: center;">154 à 269,6</td> <td style="text-align: center;">8,81 à 23,6</td> <td style="text-align: center;">21,2 à 48,2</td> <td style="text-align: center;">51,7 à 95,4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ASPITET (anomalies naturelles modérées – min / max)</td> <td style="text-align: center;">NC</td> <td style="text-align: center;">NC</td> <td style="text-align: center;">30 à 60</td> <td style="text-align: center;">0,7 à 2</td> <td style="text-align: center;">90 à 150</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">20 à 62</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">60 à 130</td> <td style="text-align: center;">60 à 100</td> <td style="text-align: center;">100 à 250</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">RMQS (maille n°661)</td> <td style="text-align: center;">NC</td> <td style="text-align: center;">NC</td> <td style="text-align: center;">40,68</td> <td style="text-align: center;">0,34</td> <td style="text-align: center;">181,40</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">69,84</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">0,14</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">50,72</td> <td style="text-align: center;">72,60</td> <td style="text-align: center;">161,50</td> </tr> </tbody> </table>													Elément	²³⁸ U Bq/kg	²²⁶ Ra Bq/kg	Arsenic (As) mg/kg MS	Cadmium (Cd) mg/kg MS	Chrome (Cr) mg/kg MS	Baryum (Ba) mg/kg MS	Cuivre (Cu) mg/kg MS	Fer (Fe) mg/kg MS	Mercure (Hg) mg/kg MS	Manganèse (Mn) mg/kg MS	Nickel (Ni) mg/kg MS	Plomb (Pb) mg/kg MS	Zinc (Zn) mg/kg MS	ELT (Borne basse / borne haute)	41,5 à 42,7	55,8 à 65,8	6,28 à 92,8	<4	20,9 à 53,6	339 à 370,2	5,18 à 12,54	12 900 à 16 70	<1	154 à 269,6	8,81 à 23,6	21,2 à 48,2	51,7 à 95,4	ASPITET (anomalies naturelles modérées – min / max)	NC	NC	30 à 60	0,7 à 2	90 à 150	-	20 à 62	-	-	-	60 à 130	60 à 100	100 à 250	RMQS (maille n°661)	NC	NC	40,68	0,34	181,40	-	69,84	-	0,14	-	50,72	72,60	161,50
	Elément	²³⁸ U Bq/kg	²²⁶ Ra Bq/kg	Arsenic (As) mg/kg MS	Cadmium (Cd) mg/kg MS	Chrome (Cr) mg/kg MS	Baryum (Ba) mg/kg MS	Cuivre (Cu) mg/kg MS	Fer (Fe) mg/kg MS	Mercure (Hg) mg/kg MS	Manganèse (Mn) mg/kg MS	Nickel (Ni) mg/kg MS	Plomb (Pb) mg/kg MS	Zinc (Zn) mg/kg MS																																																							
	ELT (Borne basse / borne haute)	41,5 à 42,7	55,8 à 65,8	6,28 à 92,8	<4	20,9 à 53,6	339 à 370,2	5,18 à 12,54	12 900 à 16 70	<1	154 à 269,6	8,81 à 23,6	21,2 à 48,2	51,7 à 95,4																																																							
	ASPITET (anomalies naturelles modérées – min / max)	NC	NC	30 à 60	0,7 à 2	90 à 150	-	20 à 62	-	-	-	60 à 130	60 à 100	100 à 250																																																							
	RMQS (maille n°661)	NC	NC	40,68	0,34	181,40	-	69,84	-	0,14	-	50,72	72,60	161,50																																																							
<p>ELT - Gamme ASPITET - RMQS pour le milieu « sols » - site de Galhaut NC : Non Concerné par le jeu de données - : absence de données < : inférieur à la Limite de Quantification du laboratoire</p> <p>L'établissement de l'ELT s'appuie sur les résultats de la campagne de caractérisation de l'Environnement Local Témoin réalisée en 2019 sur le site de Prat Merien (site uranifère à proximité du site de Galhaut) et sur 6 échantillons issues de la base de données BRGM SIG Mines. Pour la partie chimique : la valeur minimale a été utilisée pour définir la borne basse de l'ELT, tandis que la valeur de 90^e percentile a été utilisée pour définir la borne haute de l'ELT de manière à éliminer une partie des valeurs « anormales » du jeu de données ; Source : Orano, 2019. BRGM, 2008.</p>																																																																					
<p>Valeurs de Gestion (pour l'Homme) :</p> <ul style="list-style-type: none"> ²³⁸U : 1000 Bq/kg pour l'uranium 238 considéré en équilibre radioactif avec les radionucléides issus de sa filiation radioactive (source : article R. 515-112 du Code de la santé publique) Pb : 100 mg/kg (valeur de vigilance) / 300 mg/kg (concentration moyenne entraînant dépistage au saturnisme). <p>Source : HCSP (Haut Conseil de la Santé Publique)</p>																																																																					

Milieu / exposition concernés	Valeurs de référence et origine des valeurs						
Milieu eaux superficielles	<p>Compte-tenu :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ de l'absence d'écoulement pérenne des deux rus en aval immédiat du site minier de Galhaut ■ de la difficulté à réaliser des prélèvements d'eau superficielle (filets d'eau, rus assec en basse eau) <p>Aucune analyse n'a été menée sur les paramètres chimiques dans un objectif de représentativité des résultats.</p> <p>Néanmoins, afin de mettre à jour les données historiques (Orano / INERIS) de suivi sur les eaux superficielles sur les paramètres ²³⁸U et ²²⁶Ra, et afin d'apporter des précisions sur un éventuelle impact radiologique des eaux superficielles, des analyses ont été réalisées sur ces paramètres.</p> <p>Valeurs de références hors influence minière Témoin :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #f4a460;"> <th style="text-align: center;">Elément</th> <th style="text-align: center;">²³⁸U (µg/l)</th> <th style="text-align: center;">²²⁶Ra (Bq/l)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Référence hors influence minière</td> <td style="text-align: center;"><1 à 5,9</td> <td style="text-align: center;"><0,005 à 0,15</td> </tr> </tbody> </table> <p>Référence hors influence minière pour le milieu « eaux superficielles » - site de Galhaut < : inférieur à la Limite de Quantification du laboratoire</p> <p>Les concentrations mesurées lors des études mentionnées ci-dessous ont été retenues pour caractériser la référence hors influence minière.</p> <p><u>Sources :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • IRSN, 2009 (prélèvement ponctuel du ruisseau le Chapelain) référence amont hors influence minière • Areva, 2012-2013 (suivi environnemental au droit du ruisseau de la Sarre et de Goah), en amont du site minier de Galhaut hors influence minière • Areva, 2012-2016 (Suivi trimestriel du point CHAP A, référence amont hors influence minière), • Orano, 2019 (Suivi ponctuel du point CHAP A) dans le cadre de l'établissement du dossier de DADT du site de Prat Merien. <p>Valeurs de Gestion (pour l'Homme) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uranium : 30 µg/l • ²³⁸U : 3 Bq/L (Source : CDR* déduite de l'arrêté du 11/01/07) ; • ²²⁶Ra : 0,5 Bq/L (Source : CDR* déduite de l'arrêté du 11/01/07) ; <p><i>*Les CDR (Concentrations Dérivées de Référence) ci-dessus sont déduites de la DTI (Dose Totale Indicative) définie par l'arrêté du 11/01/07 (qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine).</i></p> <p>Concernant les éléments traces métalliques, les VG pour l'Homme suivantes sont retenues :</p> <p>VG pour l'Homme pour le milieu « eaux superficielles »</p> <p><u>Sources :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Uranium : Directive OMS de 2011 pour les eaux de boisson – toxicité chimique ; • ²³⁸U et ²²⁶Ra : CDR* déduite de l'arrêté du 11/01/07) ; 	Elément	²³⁸ U (µg/l)	²²⁶ Ra (Bq/l)	Référence hors influence minière	<1 à 5,9	<0,005 à 0,15
Elément	²³⁸ U (µg/l)	²²⁶ Ra (Bq/l)					
Référence hors influence minière	<1 à 5,9	<0,005 à 0,15					
Milieu sédiments	<p>Afin de mettre à jour les données historiques (Orano / INERIS) de suivi sur les sédiments sur les paramètres ²³⁸U et ²²⁶Ra, et afin d'apporter des précisions sur un éventuelle impact radiologique des sédiments, des analyses ont été réalisées sur ces paramètres.</p> <p>Environnement Local Témoin :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #f4a460;"> <th style="text-align: center;">Elément</th> <th style="text-align: center;">²³⁸U (Bq/kg)</th> <th style="text-align: center;">²²⁶Ra (Bq/kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Référence hors influence minière</td> <td style="text-align: center;">15 à 140</td> <td style="text-align: center;">20 à 130</td> </tr> </tbody> </table> <p>ELT, référence hors influence minière pour le milieu « sédiments » - site de Galhaut NC : Non Concerné par le jeu de données</p> <p>Les sources listées ci-dessous ont été retenue pour caractériser l'ELT (ou la gamme)</p> <p><u>Sources :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Areva, 2012 (Suivi ponctuel du point CHAP A) dans le cadre du bilan environnemental des sites miniers de Bretagne • IRSN, 2015 (prélèvement ponctuel dans le ruisseau le Chapelain) référence amont hors influence minière • Orano, 2015-2016 (Suivi du point CHAP A, référence amont hors influence minière), dans le cadre des travaux de remblaiement de stériles sur le site de Prat Merien • Orano, 2019 (Suivi ponctuel du point CHAP A) dans le cadre de l'établissement du dossier de DADT du site de Prat Merien. <p>Valeurs de Gestion (pour l'Homme) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uranium total : 3700 Bq/kg de MS (Source : Arrêté préfectoral 2003-2552 du 31/12/2003). <p><u>Source :</u> Cette valeur guide est celle appliquée dans le cadre du suivi réglementaire du bassin versant de l'ancienne division minière de la Crouzille.</p>	Elément	²³⁸ U (Bq/kg)	²²⁶ Ra (Bq/kg)	Référence hors influence minière	15 à 140	20 à 130
Elément	²³⁸ U (Bq/kg)	²²⁶ Ra (Bq/kg)					
Référence hors influence minière	15 à 140	20 à 130					

ORANO MINING
ANALYSE DES ENJEUX RADIOLOGIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX – SITE DE GALHAUT

Milieu / exposition concernés	Valeurs de référence et origine des valeurs
Valeurs de référence pour l'Environnement	<p>L'éventuel impact du site sur l'Environnement est apprécié sur la base d'une évaluation de l'état biologique des cours d'eau (avec une comparaison de l'état en amont et en aval du site). En l'absence d'identification d'un impact attribuable au site sur les milieux « eaux superficielles », il n'est pas apparu nécessaire de réaliser une telle évaluation à ce stade.</p> <p>Également, en l'absence d'analyse sur les paramètres chimiques, aucune comparaison aux NQE (Normes de Qualités Environnementale) n'a été réalisée.</p> <p>Pour rappel, l'interprétation de la qualité des eaux superficielle, est donné prioritairement, à la comparaison amont / aval.</p>
Milieu eaux souterraines	<p>Aucune investigation n'a été menée sur le milieu eaux souterraines et aucune valeur de référence n'est donc fixée dans le cadre de cette étude, compte tenu :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ de la typologie des travaux miniers sur le site de Galhaut : travaux de recherche de faible envergure ; ■ de l'absence de sensibilité du milieu eau souterraines vis-à-vis du site minier de Galhaut ; ■ de l'absence d'usage des eaux souterraines recensés dans le périmètre proche du site de Galhaut.
Milieu air ambiant	<p>Aucune investigation n'a été menée sur le milieu air ambiant et aucune valeur de référence n'est donc fixée dans le cadre de cette étude, compte-tenu :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ de la présence d'un couvert végétal très important sur site limitant l'érosion des sols superficiels et l'envol de poussières ; ■ des usages recensés sur site ; ■ de l'absence de bâtiment (milieu confiné) au droit de travaux miniers souterrains, n'engendrant aucun risque d'accumulation de radon.
Denrées alimentaires	<p>Un usage agricole est identifié au droit du site minier de Galhaut et sur les parcelles autour du site minier. Un usage de pêche est par ailleurs identifié dans les eaux de surface aux alentours du site. Comme expliqué précédemment, cette étude s'inscrit dans une démarche itérative permettant d'évaluer la nécessité d'investiguer si nécessaire des milieux d'exposition complémentaires. Dans ce cadre itératif, et en première approche :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ il n'est pas réalisé d'analyse sur les poissons (usage de pêche). Un tel échantillonnage pour analyse sera prévu en cas d'identification d'un marquage sur les eaux de surface ■ seuls des échantillons de sols ont été prélevés pour analyse au droit du site minier sur les zones présentant des usages, et éventuellement des valeurs se détachant du bruit de fond sur le plan compteur. <p>A ce stade, aucune investigation n'a donc été réalisée sur les denrées alimentaires, et il n'est pas proposé de valeur de référence spécifique associée.</p>

4.4. Synthèse des valeurs de référence retenues

La synthèse des valeurs de référence retenues sur le site de Galhaut est précisée dans le **Tableau 11** :

Tableau 11 : Tableaux de synthèse des valeurs de référence retenues par milieu

Milieu SOL	Unité	Gamme ELT		ASPITET - cas d'anomalies naturelles modérées	RMQS (maille n°661)	VG (homme)
		Borne basse	Borne haute			
Paramètres chimiques						
As total	mg/kg MS	6,28	92,8	30 - 60	40,68	-
Ba total	mg/kg MS	339	370	-	-	-
Cd total	mg/kg MS	<4	<4	0,7 à 2	0,34	-
Cr total	mg/kg MS	20,9	53,60	90 - 150	181,40	-
Cu total	mg/kg MS	5,18	12,54	20 - 62	69,8	-
Fe total	mg/kg MS	12900	16 740	-	-	-
Hg total	mg/kg MS	<1	<1	-	<0,1	-
Mn total	mg/kg MS	154	269,60	-	-	-
Ni total	mg/kg MS	8,81	23,60	60 - 130	50,7	-
Pb total	mg/kg MS	21,2	48,20	60 - 90	72,6	100 / 300
Zn total	mg/kg MS	51,7	95,40	100 - 250	161,5	-
Paramètres radiologiques						
226Ra total	Bq/kg	55,8	65,8			-
238 U	Bq/kg	41,5	42,7			1000,0

Milieu eaux superficielles	Unité	Référence hors influence minière		VG (homme)
		Min	Max	
Paramètres radiologiques				
Ra226 soluble	Bq/l	<0,005	0,18	0,5
238 U	µg/l	<1	5,9	30

Milieu Sédiments	Unité	Référence hors influence minière		VG (homme)
		Min	Max	
Ra226 total	Bq/kg	20	130	-
238 U	Bq/kg	15	140	3700,0

5. Synthèse de l'état des milieux

5.1. Evaluation de l'impact radiologique

5.1.1. Plans compteurs

Deux campagnes radiométriques ont été réalisées au droit de l'ancien site minier de Galhaut et au droit de parcelles propriété d'Orano :

- Le **22/06/2012** par Algade au Nord de l'ancien carreau du site minier, de part et d'autre d'un chemin communal.
- Le **28/05/2020** par Orano au droit du site minier de Galhaut et notamment du carreau et des zones potentielles de rejet des eaux de pompage lors de l'exploitation. Ce plan compteur a été réalisé dans le cadre d'une campagne relative à l'élaboration des DADT Bretagne.

Ces deux plans compteurs sont présentés dans la **Figure 16** ci-dessous et en Annexe 5.

Ces plans compteurs mettent en évidence les valeurs suivantes :

- La zone Nord investiguée en 2012 présente des valeurs comprises entre 193 et 770 c/s SPP γ toutes supérieures au bruit de fond local. Ce plan compteur a fait l'objet d'une fiche stérile.
- La zone investiguée en 2020 présente des valeurs comprises entre 94 et 550 c/s SPP γ toutes supérieures au bruit de fond local.

La fiche « stériles » du site de Galhaut de 2012 est rapportée pour mémoire en Annexe 6. Notons qu'il n'est pas identifié d'enjeu justifiant une éventuelle actualisation des données disponibles.

A noter que ces valeurs sont du même ordre de grandeur que les valeurs ponctuelles mises en évidence par l'INERIS en 2009 lors de la campagne de contrôle radiologique de 1^{er} niveau des sites Breton (Ineris, 2009). En effet, les débits de dose mesurés étaient compris entre 500 et 600 nSv.h⁻¹ sur trois zones situées en bordure du site et de la route d'accès à l'ancien carreau.

5.1.2. Méthodologie d'Evaluation de la Dose Efficace Annuelle Ajoutée (DEAA)

La Dose Efficace Annuelle Ajoutée a été calculée en prenant en compte :

- La méthodologie d'interprétation des résultats des contrôles au sol élaborée par Orano en concertation avec l'ASN : Élaboration de scénarii d'exposition, évaluation de la dose efficace ajoutée puis étude de compatibilité suivant l'usage des sols (Orano, 2011) ;
- Les réglementations européennes (Directive 2013/59/Euratom du Conseil du 5 décembre 2013) et française (Article 1333-8) fixant la limite de la dose efficace ajoutée d'origine anthropique pour les personnes du public à 1 mSv sur une année ;
- L'instruction de la Direction Générale de la Prévention des Risques du 8 août 2013 relative à la gestion des stériles miniers des anciennes mines d'uranium, et définissant la méthodologie à appliquer pour déterminer les zones à traiter et les actions d'assainissement à réaliser en fonction des scénarios-types d'exposition et valeurs des DEAA moyennes et maximale.

Pour rappel, les personnes considérées dans les scénarios d'exposition constituent le groupe de référence pris en compte dans la suite de l'analyse.

En effet, la réglementation considère que l'exposition de la population générale aux rayonnements ionisants issus des sites peut être évaluée de façon majorante (et donc sécuritaire) sur la base de l'exposition des groupes de référence.

Selon cette approche, un calcul de la dose efficace ajoutée pour les groupes de référence restant inférieur à 1 mSv/an permet d'étendre cette conclusion au reste de la population.

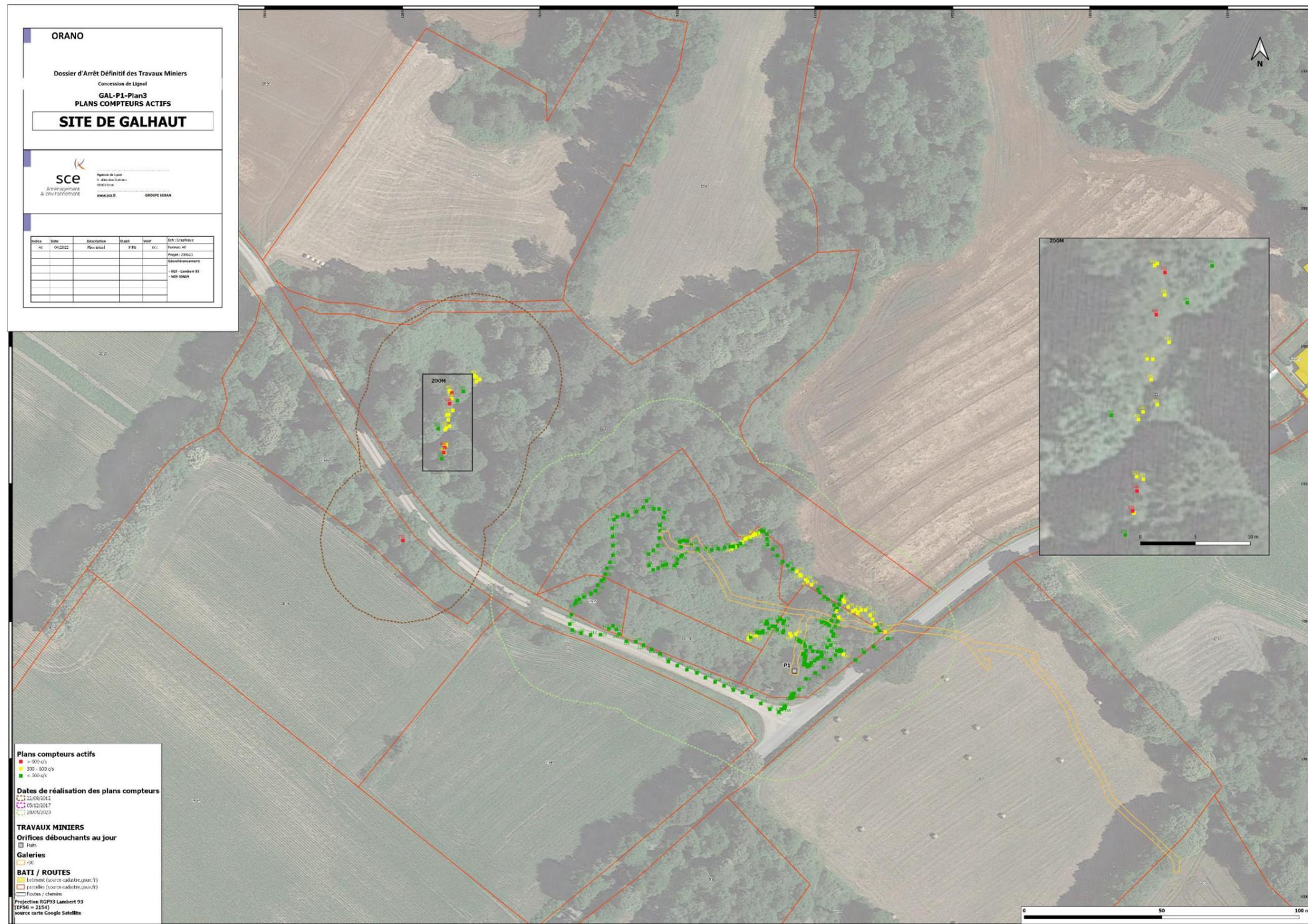


Figure 16 : Plans compteurs actifs du site minier de Galhaut

5.1.3. Groupe de référence – scénario retenu

Au regard des usages constatés à proximité immédiate de l'emprise minière et de la mise en évidence de valeurs dépassant le bruit de fond local, 2 calculs de dose dans le cadre de cette étude ont été réalisés selon la méthodologie Orano en tenant compte des usages identifiés, à savoir :

- Au niveau de la partie Nord, le scénario 1 de type chemin, avec un budget temps de 400 h/an ;
- Au niveau de la partie Sud, le scénario 1 de type chemin également, avec un budget temps de 400 h/an.

Le débit d'équivalent de dose milieu naturel retenu est la valeur de l'ELT défini dans le cadre de cette étude (90 nSv/h).

5.1.4. Estimation de la Dose Efficace Annuelle Ajoutée

Pour rappel, les calculs de dose réalisés selon la méthodologie Orano validée par l'ASN, prennent en compte l'exposition externe et l'ingestion de sol par inadvertance sur la base de différents scénarii d'exposition (cour d'habitation, route ou chemin).

Le **Tableau 12** présente le bilan des calculs de dose réalisés par Orano avec la présentation des DEAA moyennes et maximales pour chaque scénario.

Tableau 12 : Synthèse des calculs de dose réalisés dans le cadre de l'analyse des enjeux radiologiques du site de Galhaut

Localisation	Scénario	Budget temps en heure	Calcul de dose mSv/an	
			DEAA moy	DEAA max
Zone Nord (chemin et bois)	Chemin	400	0,25	0,48
Carreau minier	Chemin	400	0,08	0,32

Les 2 scénarios montrent que les résultats obtenus à partir des données de 2012 et 2020 sont en-deçà de la valeur de gestion issue du code de la santé publique : 1 mSv/an.

A noter que l'analyse réalisée au Nord du site présentant les valeurs les plus élevées (maximum à 770 c/s à 1 m) a été transmise par Orano à l'administration dans le cadre d'un recensement des stériles éventuellement présents sur les sites miniers Bretagne (fiche 56A-01).

Compte tenu de l'absence de modification du site depuis les dates de réalisation des plans compteurs, les doses efficaces annuelles ajoutées sont supposées du même ordre de grandeur pour 2022.

Il n'apparaît donc pas nécessaire de procéder à une étude plus approfondie (EQER) au regard des usages constatés.

Les deux zones investiguées correspondent à un cas abandon au sens de l'instruction ministérielle du 8 août 2013 (relative à la gestion des stériles miniers des anciennes mines d'uranium).

5.2. Etat du milieu sols

Les résultats analytiques, comparés aux différentes valeurs de référence présentées au chapitre 4.3, sont rapportés dans le tableau ci-après.

Tableau 13 : Teneurs mesurées en juin 2020 dans les sols du site de Galhaut

Code couleur selon dépassement des valeurs de référence (valeur haute)

	Unité	Gamme ELT		ASPITET - cas d'anomalies naturelles modérées	RMQS (maille n°661)	VG (homme)	GAH-ESIS-01 sol sur site
		Borne basse	Borne haute				juin-20
Paramètres chimiques							
As total	mg/kg MS	6,28	92,8	30 - 60	40,68	-	21,20
Ba total	mg/kg MS	339	370	-	-	-	465,0
Cd total	mg/kg MS	<4	<4	0,7 à 2	0,34	-	2,30
Cr total	mg/kg MS	20,9	53,60	90 - 150	181,40	-	46,60
Cu total	mg/kg MS	5,18	12,54	20 - 62	69,8	-	20,1
Fe total	mg/kg MS	12900	16 740	-	-	-	30 300
Hg total	mg/kg MS	<1	<1	-	<0,1	-	<1
Mn total	mg/kg MS	154	269,60	-	-	-	253,0
Ni total	mg/kg MS	8,81	23,60	60 - 130	50,7	-	31,00
Pb total	mg/kg MS	21,2	48,20	60 - 90	72,6	100 / 300	27,4
Zn total	mg/kg MS	51,7	95,40	100 - 250	161,5	-	134,0
Paramètres radiologiques							
226Ra total	Bq/kg	55,8	65,8			-	190,0
238 U	Bq/kg	41,5	42,7			1000,0	142,0

Concernant les paramètres radiologiques, pour l'²³⁸U (190 Bq/kg) et le ²²⁶Ra (142,03 Bq/kg) les valeurs dépassent la limite haute de l'Environnement Local Témoin. Concernant le ²²⁶Ra la valeur de gestion fixé à 1000 Bq/kg n'est pas dépassé.

Concernant les paramètres chimiques, les résultats permettent de constater que l'échantillon de sols prélevé pour analyse au droit du site présente pour le Baryum, le Cuivre, le Fer, le Nickel et le Zinc des teneurs dépassant la borne haute de l'ELT. Ces valeurs restent néanmoins du même ordre de grandeur que la borne haute définie dans l'ELT. Concernant le Cuivre, le Nickel et le Zinc, les valeurs restent inférieures ou proche des valeurs de référence ASPITET ou RMQS. A noter l'absence de valeurs de référence ASPITET ou RMQS pour le Baryum ou le Fer.

5.3. État du milieu sédiments

Les résultats analytiques, comparés aux différentes valeurs de référence présentées au chapitre 4.3, sont rapportés dans le tableau ci-après.

Tableau 14 : Teneurs mesurées en décembre 2021 dans les sédiments en aval du site de Galhaut

Code couleur selon dépassement des valeurs de référence (valeur haute)

Milieu Sédiments	Unité	Référence hors influence minière		VG (homme)	GAH RUN	GAH RUE
		Min	Max		déc-21	déc-21
					Aval hydraulique Nord	Aval hydraulique Est
Ra226 total	Bq/kg	20	130	-	1090	460
238 U	Bq/kg	15	140	3700,0	3340	1370

Ces résultats mettent en évidence pour les deux échantillons GAH RUN et GAH RUE des activités nettement supérieures à l'ELT pour l'²³⁸U et ²²⁶Ra sans toutefois dépasser la valeur de gestion en ce qui concerne l'²³⁸U.

A noter que le site de Galhaut n'a pas fait l'objet de pompage prolongé dans la galerie et de rejet connu dans le milieu environnant qui pourrait être à l'origine d'une éventuelle sédimentation des matières en suspension présentes dans les eaux au niveau de points bas du réseau hydrographique, notamment en aval Est situé au-delà de la route communale. Le rejet éventuel des eaux de pompage étant probablement situé au Nord du site.

A noter également que le point GAH RUE présente des teneurs d'un ordre de grandeur 2 à 3 fois moins important en ^{238}U et ^{226}Ra que celles relevées au point GAH RUN situé sur des parcelles propriétés Orano.

5.4. Etat du milieu eaux superficielles

Les résultats analytiques, comparés aux différentes valeurs de référence présentées au chapitre 4.2, sont rapportés dans le tableau ci-après.

Tableau 15 : Teneurs mesurées dans les eaux superficielles en aval du site de Galhaut

Code couleur selon dépassement des valeurs de référence (valeur haute)

	Unité	Référence hors influence minière		VG (homme)	GAH RUN	GAH RUE
		Min	Max		déc-21	déc-21
					Aval hydraulique Nord	Aval hydraulique Est
Paramètres radiologiques						
Ra226 soluble	Bq/l	<0,005	0,18	0,5	<0,02	0,043
238 U	µg/l	<1	5,9	30	3,50	4,20

Pour rappel, il n'a été réalisé qu'un prélèvement en décembre 2021 sans pouvoir respecter le cycle hydrogéologique communément suivi à savoir période de Hautes Eaux et période de Basses Eaux. En effet, les rus identifiés en aval immédiat du site minier de Galhaut sont généralement observés en assec dès la période mai / juin et ne présentent en période hautes eaux qu'un faible filet d'eau rendant complexe la représentativité des échantillons.

Les résultats permettent de formuler les observations suivantes :

- Concernant les teneurs mesurées en ^{226}Ra en aval du site minier (GAH RUE et GAH RUN), celles-ci sont inférieures à la borne haute de la référence hors influence minière constituée à partir des teneurs mesurées en amont des emprises minières (au droit des ruisseaux de Goah, Sarre et Chapelain),
- Concernant les teneurs mesurées en ^{238}U en aval du site minier (GAH RUE et GAH RUN), celles-ci sont également inférieures à la borne haute de la référence hors influence minière.

A noter qu'en 2012-2013 au droit des points GAH RUE et GAH RUN, les données du suivi effectué par Orano dans le cadre du bilan environnemental Bretagne montraient les valeurs rapportées ci-après, dans des gammes de concentration analogues avec les données de 2021 (absence d'évolution constatée).

Tableau 16 : Teneurs en ^{238}U et ^{226}Ra mesurées dans les eaux superficielles aux points GAH RUE et GAH RUN entre 2012 et 2013

Point de Prélèvement	GAH RUE	GAH RUN
Année	Ra 226 soluble	
Moyenne 2012-2013	<0,04 Bq/l	0,08 Bq/l
Min-Max 2012-2013	<0,02-0,06 Bq/l	0,04 - 0,11 Bq/l
	Uranium soluble (µg/l)	
Moyenne 2012-2013	<0,04 Bq/l	4 µg/l
Min-Max 2012-2013	<0,02-0,06 Bq/l	2 - 6 µg/l

Également, dans le cadre des contrôles de 1^{er} niveau réalisés par l'IRSN sur les sites Bretagne (IRSN, 2009), un prélèvement avait été réalisé : « [...] dans le ruisseau (source, filet d'eau) situé au nord-est, en aval du site. Aucun prélèvement n'ayant pu être fait en amont [...] ».

L'IRSN ayant mis en évidence que : « L'activité en Ra-226 sur la fraction dissoute est < 8 mBq.L-1. La concentration en U-238 dissout est < 0,5 µg.L-1. Les concentrations sont faibles et comparables à celles usuellement observées pour des eaux de surface, dans des contextes géologiques similaires. »

La localisation du point de prélèvement réalisé par l'IRSN en 2009 et reporté dans la figure ci-dessous.

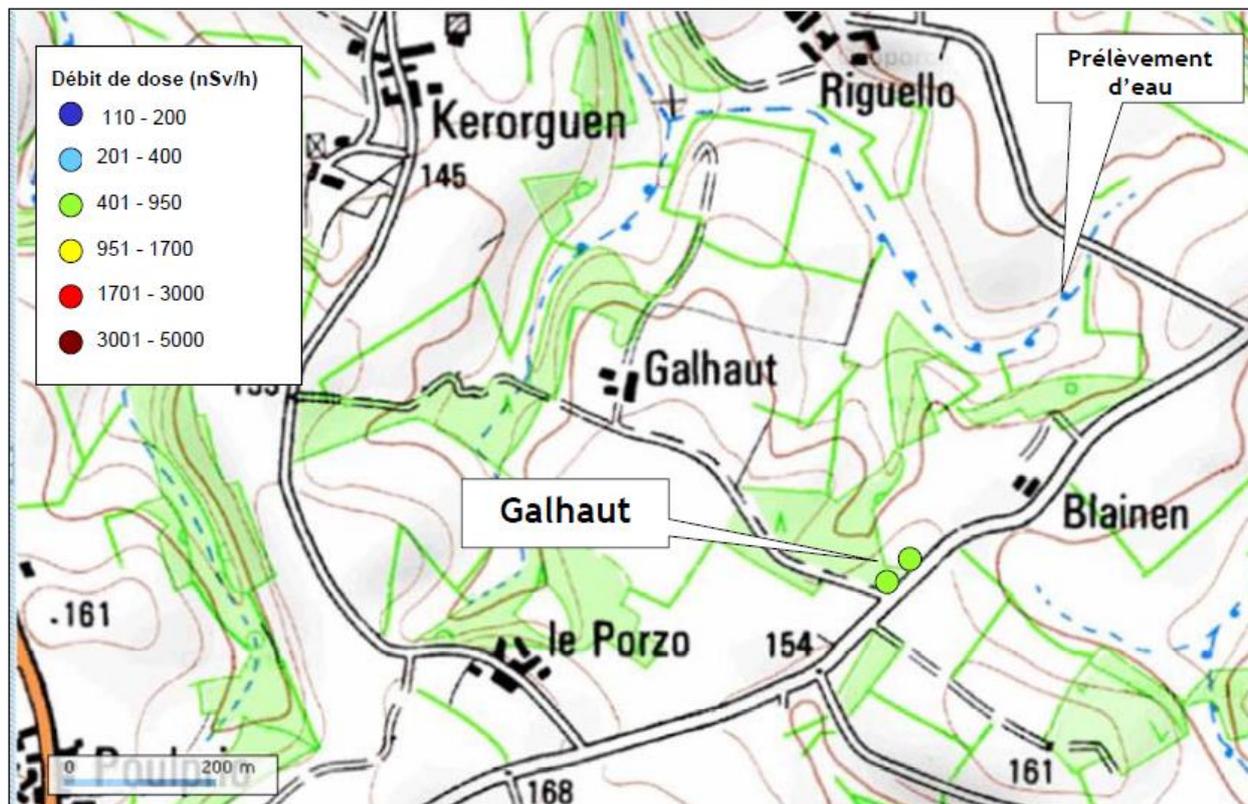


Figure 17 : Localisation des résultats de mesures radiométriques de surface réalisée sur le site de Galhaut et localisation du prélèvement d'eau réalisé en aval.

6. Interprétation des résultats : qualité des milieux et schéma conceptuel

6.1. Qualité des milieux

Sur la base des résultats présentés aux paragraphes précédents, aucun impact pouvant être rattaché au site de Galhaut sur les différents milieux investigués n'est identifié.

Sur cette base, il n'apparaît par ailleurs pas justifié de réaliser des investigations sur les denrées alimentaires, ou encore sur la qualité écologique des eaux de surface.

6.2. Schéma conceptuel

Un schéma conceptuel permet de présenter de manière synthétique :

- ▶ Les zones de pollution identifiées au droit du site en tenant compte des caractéristiques physico-chimiques et toxicologiques des substances présentes,
- ▶ Les voies de transfert, les milieux d'exposition potentiels,
- ▶ Les cibles et les voies d'exposition pour les usagers du site et pour l'environnement du site.

Il permet d'évaluer de manière qualitative les risques liés à la qualité du sous-sol dans le cadre des usages envisagés au droit du site et de ses alentours.

Le risque induit par un site potentiellement pollué résulte de l'existence conjointe :

- ▶ D'une source de pollution (présence de substances dangereuses),
- ▶ D'une voie de transfert de cette pollution (inhalation, ingestion, contact cutané...),
- ▶ D'un enjeu pour cette pollution (populations sensibles).

En l'absence de l'un de ces trois facteurs, il n'y a pas de risque d'exposition.

Dans le cadre de la présente analyse des enjeux radiologiques et environnementaux portant sur le site minier de Galhaut, il n'a pas été mis en évidence d'impact sur les milieux investigués en lien avec le site.

Cette absence d'impact est donc indiquée dans le schéma conceptuel de la Figure 18 ci-après.

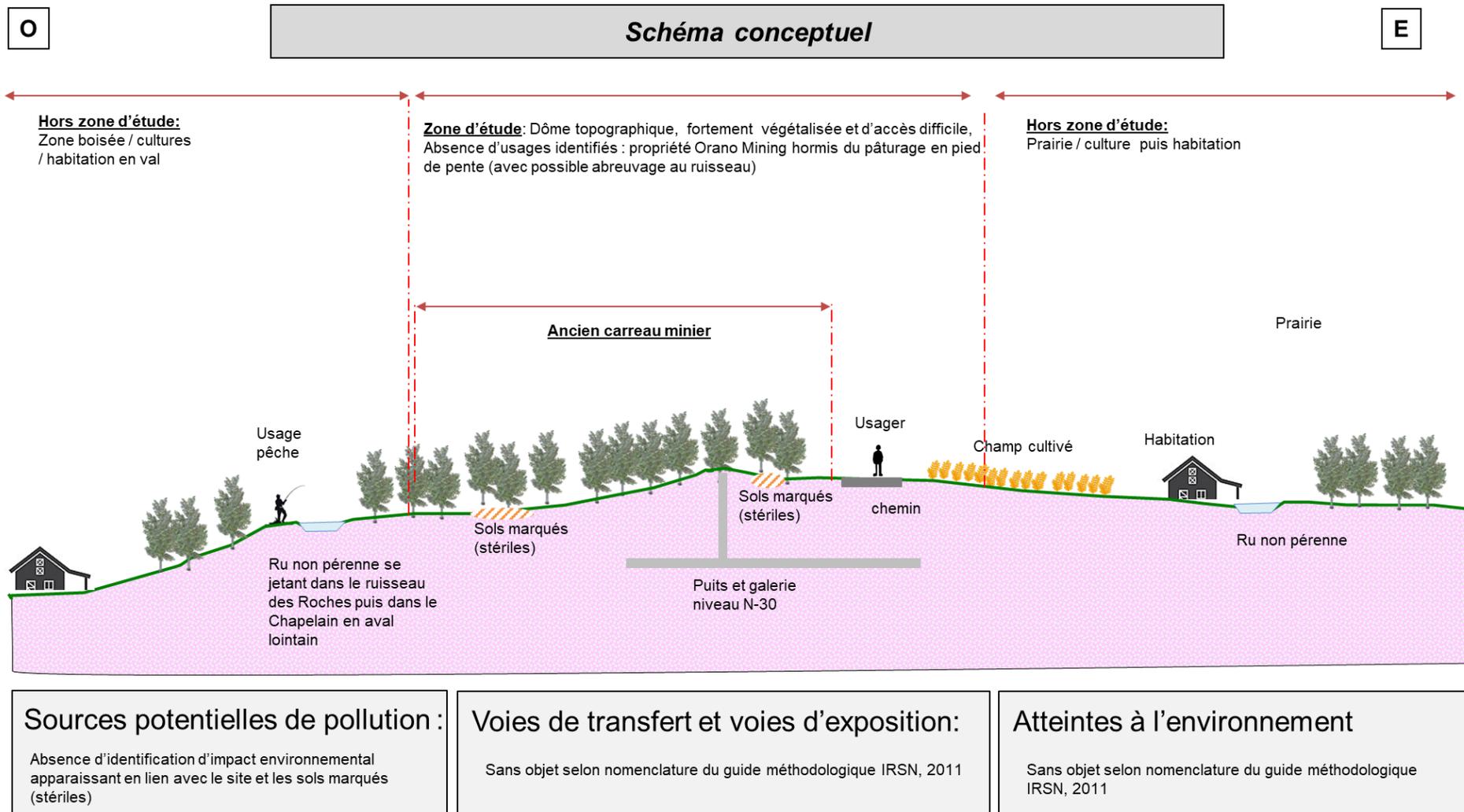


Figure 18 : Schéma conceptuel du site de Galhaut

6.3. Conclusions et recommandations

En l'absence de problématique environnementale identifiée en lien avec le site de Galhaut sur les différents milieux et expositions caractérisés (DEAA, milieux sols, eaux superficielles), **aucune autre recommandation n'est formulée.**

Une identification des incertitudes inhérentes à la réalisation d'Analyses des Enjeux Radiologiques et Environnement est présentée en Annexe 7.

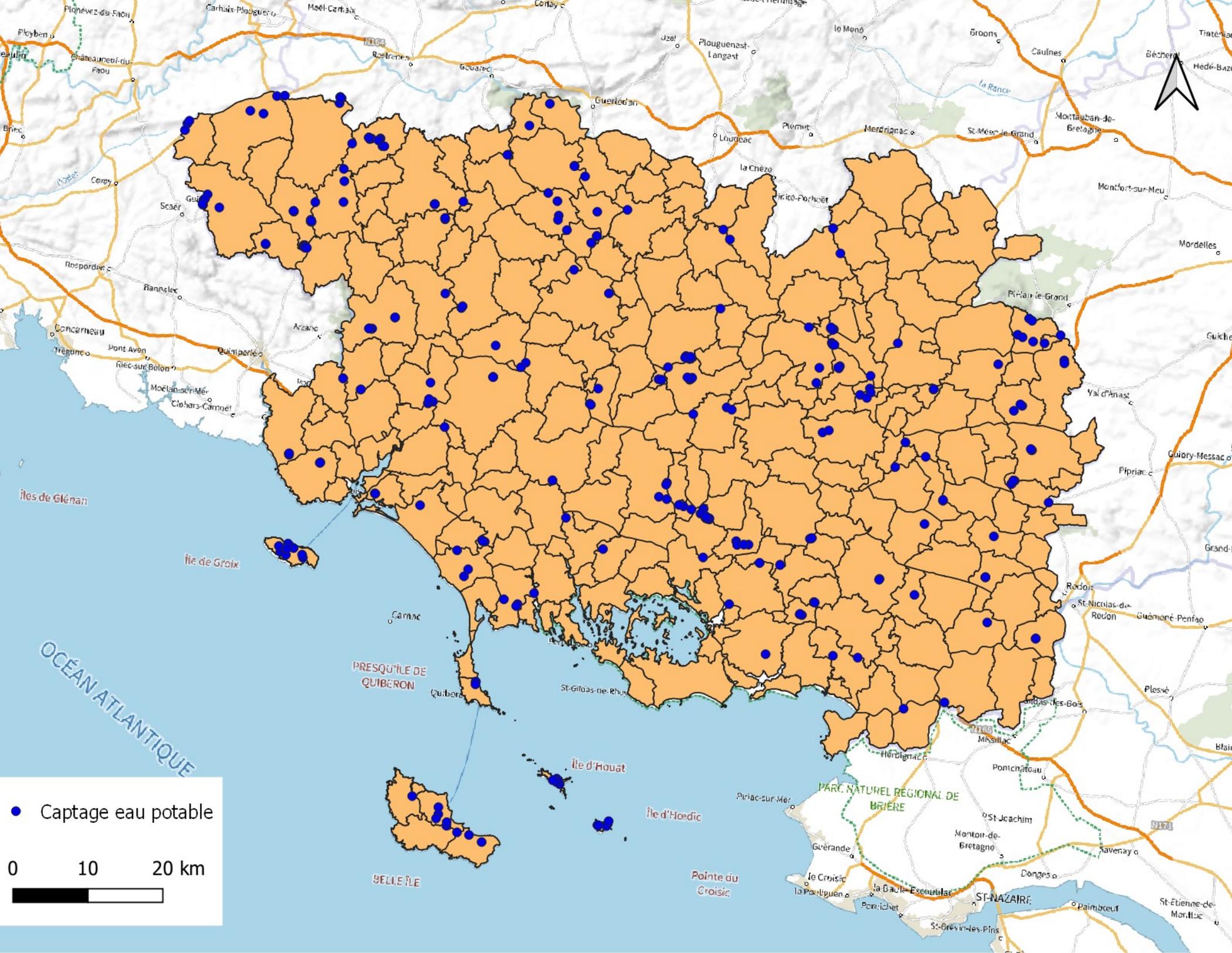
Annexes



Table des annexes

Annexe 1 : Carte des captages AEP	42
Annexe 2 : Bordereaux analytiques du laboratoire.....	43
Annexe 3 : Chronique des suivis d'eaux (Orano Mining - 2012-2019).....	44
Annexe 4 : Calcul des valeurs d'Environnement Local Témoin (ELT), référence hors influence minière.....	45
Annexe 5 : Plans compteurs actifs	46
Annexe 6 : Fiche stériles du site de Galhaut.....	47
Annexe 7 : Incertitudes de l'Analyse des Enjeux radiologiques et environnementaux	48

ANNEXE 1 : CARTE DES CAPTAGES AEP



● Captage eau potable

0 10 20 km



ANNEXE 2 : BORDEREAUX ANALYTIQUES DU LABORATOIRE



Rapport d'analyse n°034249 version 01 validé par Caroline BAYART

Numéro de dossier : 202200528

Date d'édition : 09/02/2022

Date de prélèvement : 16/12/2021

Société : AMF

Demandeur : **M. KERN**

**2 route de Lavaugrasse
87250 Bessines/Gartempe**

Imputation : 39B.SBNLANALY

Calendrier : **N/A**

Nombre d'échantillons : 3

Nature : EAUX douces

Date de saisie : 17/01/2022

Numéro de l'échantillon : 202200528001

Libellé : **GAH RUE du 16/12/2021**

Référence de la demande : **HORS ROUTINE BRETAGNE DADT**

Temps de stockage : 11/03/2022

Désignation	Méthode d'analyse (version)	Accréditation	Teneur	Unité	Valeur Limite	Analysé le	Délai de conservation respecté
Ra-226 Soluble	160 MO/SAN 129 (v04)	*	<20	mBq/L	LQ	01/02/2022	Oui ⁽¹⁾
U Soluble	NF M 60-805-4	*	3.5 ± 1.1	µg/L	N/A	09/02/2022	Non ⁽¹⁾

Nature : EAUX douces

Date de saisie : 17/01/2022

Numéro de l'échantillon : 202200528002

Libellé : **KYU ETG du 16/12/2021**

Référence de la demande : **HORS ROUTINE BRETAGNE DADT**

Temps de stockage : 11/03/2022

Désignation	Méthode d'analyse (version)	Accréditation	Teneur	Unité	Valeur Limite	Analysé le	Délai de conservation respecté
Ra-226 Soluble	160 MO/SAN 129 (v04)	*	<20	mBq/L	LQ	01/02/2022	Oui ⁽¹⁾
U Soluble	NF M 60-805-4	*	1.7 ± 1.0	µg/L	N/A	09/02/2022	Non ⁽¹⁾

Ce rapport d'analyse comporte 5 page(s) numérotée(s) de 1 à 5

Page 1 sur 5

(* Analyse sous Accréditation COFRAC

Le rapport d'essais est la propriété du client, la reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographie intégral après approbation du laboratoire. Ce rapport d'essais ne concerne que les objets ou produits soumis à essais.

L'accréditation par la section Essais du COFRAC atteste uniquement de la compétence technique du laboratoire pour les essais ou analyses couverts par l'accréditation.

ORANO MINING CIME

CENTRE D'INNOVATION EN METALLURGIE EXTRACTIVE

Etablissement de Bessines - 2, Route de Lavaugrasse - CS 30071 - 87250 BESSINES SUR GARTEMPE

Tél. : +33 (0)5 87 59 00 23

Rapport d'analyse n°034249 version 01 validé par Caroline BAYART

Nature : EAUX douces

Date de saisie : 17/01/2022

Numéro de l'échantillon : 202200528003

Libellé : **GAH RUN du 16/12/2021**

Référence de la demande : **HORS ROUTINE BRETAGNE DADT**

Temps de stockage : 11/03/2022

Désignation	Méthode d'analyse (version)	Accréditation	Teneur	Unité	Valeur Limite	Analysé le	Délai de conservation respecté
Ra-226 Soluble	160 MO/SAN 129 (v04)	*	43 ± 13	mBq/L	N/A	01/02/2022	Oui ⁽¹⁾
U Soluble	NF M 60-805-4	*	4.2 ± 1.3	µg/L	N/A	09/02/2022	Non ⁽¹⁾

Ce rapport d'analyse comporte 5 page(s) numérotée(s) de 1 à 5

Page 2 sur 5

(*) Analyse sous Accréditation COFRAC

Le rapport d'essais est la propriété du client, la reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral après approbation du laboratoire. Ce rapport d'essais ne concerne que les objets ou produits soumis à essais.

L'accréditation par la section Essais du COFRAC atteste uniquement de la compétence technique du laboratoire pour les essais ou analyses couverts par l'accréditation.

ORANO MINING CIME

CENTRE D'INNOVATION EN METALLURGIE EXTRACTIVE

Etablissement de Bessines - 2, Route de Lavaugrasse - CS 30071 - 87250 BESSINES SUR GARTEMPE

Tél. : +33 (0)5 87 59 00 23

Rapport d'analyse n°034249 version 01 validé par Caroline BAYART

INFORMATIONS DU LABORATOIRE

INFORMATIONS GENERALES

(1) Délais recommandés entre la date de prélèvement et la date d'analyse dans la norme de conservation des eaux NF EN ISO 5667-3. Non applicable aux autres matrices.

Incertitude : Non renseignée pour les résultats inférieurs à la limite de quantification LQ et à la limite de détection LD.

Le laboratoire décline toute responsabilité concernant les informations fournies par le client présentées en caractères gras dans le présent rapport.

Les résultats ne s'appliquent qu'à l'échantillon reçu tel que reçu.

INFORMATIONS SUR LES CONDITIONS DE CONSERVATION

Le laboratoire se réfère aux normes de conservation NF EN ISO 5667-3, NF EN ISO 5667-13 et NF EN ISO 5667-15.

Délais de conservation :

Le laboratoire émet une réserve sur les résultats du fait du non respect du délai analytique entre le prélèvement et l'analyse

Maîtrise de la température :

Pas d'écart constaté

Type de récipients :

Pas d'écart constaté

Conditions de conservation :

Pas d'écart constaté

Ce rapport d'analyse comporte 5 page(s) numérotée(s) de 1 à 5

Page 3 sur 5

(*) Analyse sous Accréditation COFRAC

Le rapport d'essais est la propriété du client, la reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographie intégral après approbation du laboratoire. Ce rapport d'essais ne concerne que les objets ou produits soumis à essais.

L'accréditation par la section Essais du COFRAC atteste uniquement de la compétence technique du laboratoire pour les essais ou analyses couverts par l'accréditation.

ORANO MINING CIME

CENTRE D'INNOVATION EN METALLURGIE EXTRACTIVE

Etablissement de Bessines - 2, Route de Lavaugrasse - CS 30071 - 87250 BESSINES SUR GARTEMPE

Tél. : +33 (0)5 87 59 00 23



Rapport d'analyse n°034249 version 01 validé par Caroline BAYART

INCERTITUDES

INCERTITUDES RELATIVES DES MESURES à 95 %

Méthodes Physiques

Appareillage	Méthode	Eléments	Incertitudes
SPECTROMETRIE D'ABSORPTION ATOMIQUE FLAMME			
	NF T 90-020	K-Na	10%
	NF EN ISO 12020	Al	10%
	NF EN ISO 7980	Ca-Mg	10%
	180 MO/SAN 084		
SPECTROMETRIE D'EMISSION PLASMA ICP-MS			
	NF EN ISO 17294 - 2		10%
	180 MO/SAN 039		
FLUORESCENCE X et DIFFRACTION X			
	180 MO/SAN 056	Majeurs uniquement	5%
	sur FX		

Méthodes Physico-chimiques

Appareillage	Méthode	Eléments	Incertitudes
CHROMATOGRAPHIE IONIQUE - AQUAKEM			
	NF EN ISO 10304-1		**
	180 MO/SAN 009	F ⁻ ; Cl ⁻ ; NO ₂ ⁻ ; NO ₃ ⁻ ; Br ⁻	10%
	180 MO/SAN 024	PO ₄ ³⁻ ; SO ₄ ²⁻ ; Cr(VI)	
SPECTROMETRIE D'ABSORPTION MOLECULAIRE			
	NF EN 903	Tension Actif Anionique	15%
	NF T 90-043	Chrome(VI)	10%
	NF T 90-015-1	Ammonium	10 % à partir de 5 mg/l
	NF T 90-017	Fe (II)	5%
	NF T 90-107	Cyanure totaux	15%
	T 90-109	Indice Phénol	15%

SPECTROMETRIE D'ABSORPTION MOLECULAIRE

Appareillage	Méthode	Eléments	Incertitudes
	NF EN 903	Tension Actif Anionique	15%
	NF T 90-043	Chrome(VI)	10%
	NF T 90-015-1	Ammonium	10 % à partir de 5 mg/l
	NF T 90-017	Fe (II)	5%
	NF T 90-107	Cyanure totaux	15%
	T 90-109	Indice Phénol	15%

GRAVIMETRIE

Appareillage	Méthode	Eléments	Incertitudes
	Méthode interne	Majeurs	1%
	NF T 90-007	SiO ₂	2%
	NF T 90-009	Sulfates	2%

ORGANIQUES

Appareillage	Méthode	Eléments	Incertitudes
	Méthode interne	Hydrocarbures totaux	15%
	T 90-109	Indice Phénol	15%
	NF EN 1484	Carbone Organique Total	10%

FLUX CONTINU

Appareillage	Méthode	Eléments	Incertitudes
	NF EN ISO 14402	Indice phénol	10%
	NF EN ISO 14403-2	CN- totaux	15%
	NF EN ISO 16285	S.A.B.M	15%

Appareillage	Méthode	Eléments	Incertitudes
SPECTROMETRIE D'EMISSION PLASMA ICP-AES			
	NF EN ISO 11885	Ag-Au-As-Au-B-Bo-Be-Si-Ca-Cd-Ce	10 % pour des teneurs supérieures à 200 µg/L
	180 MO/SAN 022	Co-Cr-Cu-Dy-Eu-Er-Fe-Ga-Gd-Ge-Hf Ho-In-Ir-La-Li-Lu-Mg-Mn-Mo-Na Nb-Ni-Ni-Os-P-Pb-Pa-Pt-Rb-Rh-S Sb-So-Si-Sn-Sr-Sc-Sm-Ta-Tb-Te-Tl-Tm Th-Ti-W-Y-Yb-Zn-Zr	
RADIOACTIVITE			
	NF M 80-805-2 et 4	U	
	180 MO/SAN 129	²²⁶ Ra	Voir incertitudes sur feuille de résultats sinon limite de quantification rendue
	180 MO/SAN 088	²³² Th	
	180 MO/SAN 089	⁹⁰ Tc	
	180 MO/SAN 084	⁴⁰ K	
	NF ISO 13185-2	²²⁶ Ra	
	NF ISO 18589-3 et NF EN SO 10703	Eléments radioactifs	
	180 MO/SAN 030 et 134	Emetteur gamma	Voir incertitudes sur feuille de résultats sinon limite de détection rendue
	NF EN ISO 10704	Alpha et Beta total	
	NF EN ISO 9998, NF EN ISO 13182	³ H - ¹⁴ C	
	NF M 80-317	⁶³ Ni	
	NF EN ISO 13181 et 180 MO/SAN 051	²¹⁰ Po	

Les risques alpha et beta de première et seconde espèces sort de 2,5% pour les calculs des limites de détection.

Appareillage	Méthode	Eléments	Incertitudes *
DIVERS			
	NF ISO 9297	Chlorures	10%
	NF T 90-004	Fluorures	10%
	NF EN 25663	Azote Kjeldhal	10%
	NF T 90-008	pH	3%
	NF EN 27888	Conductivité	5%
	NF EN ISO 7027	Turbidité	20%
	NF EN 872	Matières en suspension	18%
	NF T 90-101	DCO	20%
	180 MO/SAN 131	Dureté	15%
	NF EN ISO 9963-1	TA et TAC - Alcalinité	5%
	NF EN 1483	Mercuré	20%
	NF T 90-029	Résidus secs	10%
	Méthode interne	Densité	10%
	ISO 15705	ST-DCO	15%

Incertitudes déterminées par essais statistiques ou par expériences

NB : Les incertitudes sur les mises en solution des échantillons solides sont inférieures à 5 %.

Cette liste ne peut prétendre à couvrir l'ensemble des analyses effectuées au laboratoire, vous pouvez nous contacter pour plus d'informations.

Ce rapport d'analyse comporte 5 page(s) numérotée(s) de 1 à 5

Page 4 sur 5

(*) Analyse sous Accréditation COFRAC

Le rapport d'essais est la propriété du client, la reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographie intégral après approbation du laboratoire. Ce rapport d'essais ne concerne que les objets ou produits soumis à essais.

L'accréditation par la section Essais du COFRAC atteste uniquement de la compétence technique du laboratoire pour les essais ou analyses couverts par l'accréditation.

ORANO MINING CIME

CENTRE D'INNOVATION EN METALLURGIE EXTRACTIVE

Etablissement de Bessines - 2, Route de Lavaugrasse - CS 30071 - 87250 BESSINES SUR GARTEMPE

Tél. : +33 (0)5 87 59 00 23



Rapport d'analyse n°034249 version 01 validé par Caroline BAYART

METHODES

LEXIQUE DES METHODES D'ANALYSES			
Absorption Atomique Flamme	Chromatographie Ionique	Infra-Rouge & Ultra-Violet	Préparation chimique
160 MO/SAN 064	160 MO/SAN 024	160 MO/SAN 040	160 MO/SAN 047
160 MO/SAN 131	160 MO/SAN 058	160 MO/SAN 053	160 MO/SAN 067
NF EN ISO 7980	160 MO/SAN 059	160 MO/SAN 079	160 MO/SAN 080
NF T 90-020	160 MO/SAN 062	160 MO/SAN 090	160 MO/SAN 081
NF EN ISO 12020	160 MO/SAN 063	FD X 31-144	160 MO/SAN 092 : digestion HNO ₃
Alpha & Beta Total	160 MO/SAN 091	NF EN 903	160 MO/SAN 099
NF ISO 10704	160 MO/SAN 104	NF ISO 11262	160 MO/SAN 103
NF ISO 18589-6	160 MO/SAN 127	NF T 90-015-2	160 MO/SAN 123
Analyses Diverses	160 MO/SAN 138	NF T 90-017	160 MO/SAN 136
160 MO/SAN 054	NF EN ISO 10304-1	NF T 90-043	NF EN 12457-2
160 MO/SAN 057	Aquakem	NF T 90-107	NF EN 13346
160 MO/SAN 066	160 MO/SAN 037	T 90-109	NF EN 13656
160 MO/SAN 069	160 MO/SAN 100	MEB	NF ISO 14869-2
160 MO/SAN 070	160 MO/SAN 121	160 MO/SAN 150	NF X 31-147
160 MO/SAN 076	160 MO/SAN 144	Potentiométrie	NF X 31-160
160 MO/SAN 077	NF EN 26777	160 MO/SAN 021	NF X 31-161
160 MO/SAN 083	NF EN ISO 13395	160 MO/SAN 049	Scintillation Liquide
160 MO/SAN 094	NF EN ISO 15682	160 MO/SAN 050	NF EN ISO 13162
160 MO/SAN 117	NF EN ISO 6878	160 MO/SAN 075	NF ISO 9698
LC-3-50-054	NF T 90-040	160 MO/SAN 084	NF ISO 13160
NF EN 12879	Diffraction X	160 MO/SAN 093	NF ISO 18589-5
NF EN 12880	160 MO/SAN 055	160 MO/SAN 126	Spectrométrie Gamma
NF EN 1484	Emanométrie	160 MO/SAN 135	NF ISO 10703
NF EN 25814	NF ISO 11665-6	CETAMA 10	NF ISO 18589-3
NF EN 872	NF ISO 13165-2	CETAMA 12	NF M 60-807
NF ISO 10-694	Emission Plasma (ICP-AES)	CETAMA 22	160 MO/SAN 133
NF ISO 11261	160 MO/SAN 022	CETAMA CACTUS 14	161 MO/SAN 134
NF ISO 11465	161 MO/SAN 030	CETAMA CACTUS 18	Spectrométrie Alpha
NF EN ISO 7027	160 MO/SAN 033	NF EN 25663	160 MO/SAN 052
NF T 90-029	160 MO/SAN 035	NF EN 27-888	160 MO/SAN 105
Chromatographie Gaz & Liquide	160 MO/SAN 047	NF EN ISO 10-390	NF ISO 13161
160 MO/SAN 048	160 MO/SAN 131	NF EN ISO 10523	NF EN 18589-4
160 MO/SAN 060	161 MO/SAN 137	NF EN ISO 8467	NF M 60-804-2
160 MO/SAN 082	NF EN 1483	NF EN ISO 9963/1	Service Qualité
160 MO/SAN 086	NF EN ISO 11885	NF ISO 11261	160 LD 035
160 MO/SAN 088	NF M 60-805-2	NF T 90-015-1	160 PAQ 002
160 MO/SAN 140	Emission Plasma Couplage Masse (ICP-MS)	NF T 90-101	Granulométrie
NF EN ISO 10301	160 MO/SAN 030	Préparation physique	160 MO LAB A04
NF EN ISO 15009	160 MO/SAN 033	160 MO/SAN 027	Prélèvement
NF EN ISO 6468	160 MO/SAN 039	160 MO/SAN 065 : séchage à 105°C	160 MO/SAN 125
NF ISO 10382	161 MO/SAN 089	NF ISO 11464 : préparation mécanique pour analyses physico- chimiques (séchage < 40°C)	
NF T 90-115	162 MO/SAN 098	NF ISO 18589-2 : préparation mécanique pour analyses radioactives (séchage à 40°C ou 105°C)	
XP X 33-012	160 MO/SAN 107		
Fluorescence X	160 MO/SAN 129		
160 MO/SAN 056	160 MO/SAN 151		
160 MO/SAN 101	NF EN ISO 17294-2		
	NF M 60-805-4		

Ce rapport d'analyse comporte 5 page(s) numérotée(s) de 1 à 5

Page 5 sur 5

(*) Analyse sous Accréditation COFRAC

Le rapport d'essais est la propriété du client, la reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographie intégral après approbation du laboratoire. Ce rapport d'essais ne concerne que les objets ou produits soumis à essais.

L'accréditation par la section Essais du COFRAC atteste uniquement de la compétence technique du laboratoire pour les essais ou analyses couverts par l'accréditation.

ORANO MINING CIME

CENTRE D'INNOVATION EN METALLURGIE EXTRACTIVE

Etablissement de Bessines - 2, Route de Lavaugrasse - CS 30071 - 87250 BESSINES SUR GARTEMPE

Tél. : +33 (0)5 87 59 00 23

Rapport d'analyse n°035023 version 01 validé par Valérie GRANGER

Numéro de dossier : 202200529

Date d'édition : 14/04/2022

Date de prélèvement : **16/12/2021**

Société : AMF

Demandeur : **M. KERN**

**2 route de Lavaugrasse
87250 Bessines/Gartempe**

Imputation : 39B.SBNLANALY

Calendrier : **N/A**

Nombre d'échantillons : 3

Nature : SEDIMENTS

Date de saisie : 17/01/2022

Numéro de l'échantillon : 202200529001

Libellé : **GAH RUE du 16/12/2021 sédiments**

Référence de la demande : **HORS ROUTINE BRETAGNE DADT sédiments**

Temps de stockage : 14/04/2023

Désignation	Méthode d'analyse (version)	Accréditation	Teneur	Unité	Valeur Limite	Analysé le	Délai de conservation respecté
Ra-226 Total	NF ISO 18589-3	*	0.46 ± 0.07	Bq/g	N/A	13/04/2022	Non ⁽¹⁾
U-238 Total	NF X 31-147 / 160 MO/SAN 030	*	1.37 ± 0.15	Bq/g	N/A	10/03/2022	N/A
Poids Humide	NF ISO 11464	*	1067.3	g	N/A	31/01/2022	N/A
Poids < 2mm	NF ISO 11464	*	237.1	g	N/A	04/03/2022	N/A
Poids Sec 40°C	NF ISO 11464	*	276.2	g	N/A	23/02/2022	N/A

Ce rapport d'analyse comporte 6 page(s) numérotée(s) de 1 à 6

Page 1 sur 6

(*) Analyse sous Accréditation COFRAC

Le rapport d'essais est la propriété du client, la reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographie intégral après approbation du laboratoire. Ce rapport d'essais ne concerne que les objets ou produits soumis à essais.

L'accréditation par la section Essais du COFRAC atteste uniquement de la compétence technique du laboratoire pour les essais ou analyses couverts par l'accréditation.

ORANO MINING CIME

CENTRE D'INNOVATION EN METALLURGIE EXTRACTIVE

Etablissement de Bessines - 2, Route de Lavaugrasse - CS 30071 - 87250 BESSINES SUR GARTEMPE

Tél. : +33 (0)5 87 59 00 23

Rapport d'analyse n°035023 version 01 validé par Valérie GRANGER

Nature : SEDIMENTS

Date de saisie : 17/01/2022

Numéro de l'échantillon : 202200529002

Libellé : **KYU ETG du 16/12/2021 sédiments**

Référence de la demande : **HORS ROUTINE BRETAGNE DADT sédiments**

Temps de stockage : 14/04/2023

Désignation	Méthode d'analyse (version)	Accréditation	Teneur	Unité	Valeur Limite	Analysé le	Délai de conservation respecté
Ra-226 Total	NF ISO 18589-3	*	0.160 ± 0.030	Bq/g	N/A	13/04/2022	Non ⁽¹⁾
U-238 Total	NF X 31-147 / 160 MO/SAN 030	*	42.4 ± 4.4	Bq/kg	N/A	10/03/2022	N/A
Poids Humide	NF ISO 11464	*	1493.8	g	N/A	31/01/2022	N/A
Poids < 2mm	NF ISO 11464	*	807.4	g	N/A	04/03/2022	N/A
Poids Sec 40°C	NF ISO 11464	*	978.5	g	N/A	23/02/2022	N/A

Ce rapport d'analyse comporte 6 page(s) numérotée(s) de 1 à 6

Page 2 sur 6

(*) Analyse sous Accréditation COFRAC

Le rapport d'essais est la propriété du client, la reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral après approbation du laboratoire. Ce rapport d'essais ne concerne que les objets ou produits soumis à essais.

L'accréditation par la section Essais du COFRAC atteste uniquement de la compétence technique du laboratoire pour les essais ou analyses couverts par l'accréditation.

ORANO MINING CIME

CENTRE D'INNOVATION EN METALLURGIE EXTRACTIVE

Etablissement de Bessines - 2, Route de Lavaugrasse - CS 30071 - 87250 BESSINES SUR GARTEMPE

Tél. : +33 (0)5 87 59 00 23

Rapport d'analyse n°035023 version 01 validé par Valérie GRANGER

Nature : SEDIMENTS

Date de saisie : 17/01/2022

Numéro de l'échantillon : 202200529003

Libellé : **GAH RUN du 16/12/2021 sédiments**

Référence de la demande : **HORS ROUTINE BRETAGNE DADT sédiments**

Temps de stockage : 14/04/2023

Désignation	Méthode d'analyse (version)	Accréditation	Teneur	Unité	Valeur Limite	Analysé le	Délai de conservation respecté
Ra-226 Total	NF ISO 18589-3	*	1.09 ± 0.17	Bq/g	N/A	14/04/2022	Non ⁽¹⁾
U-238 Total	NF X 31-147 / 160 MO/SAN 030	*	3.34 ± 0.38	Bq/g	N/A	10/03/2022	N/A
Poids Humide	NF ISO 11464	*	946.6	g	N/A	31/01/2022	N/A
Poids < 2mm	NF ISO 11464	*	27.2	g	N/A	04/03/2022	N/A
Poids Sec 40°C	NF ISO 11464	*	90.8	g	N/A	23/02/2022	N/A

Ce rapport d'analyse comporte 6 page(s) numérotée(s) de 1 à 6

Page 3 sur 6

(*) Analyse sous Accréditation COFRAC

Le rapport d'essais est la propriété du client, la reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographie intégral après approbation du laboratoire. Ce rapport d'essais ne concerne que les objets ou produits soumis à essais.

L'accréditation par la section Essais du COFRAC atteste uniquement de la compétence technique du laboratoire pour les essais ou analyses couverts par l'accréditation.

ORANO MINING CIME

CENTRE D'INNOVATION EN METALLURGIE EXTRACTIVE

Etablissement de Bessines - 2, Route de Lavaugrasse - CS 30071 - 87250 BESSINES SUR GARTEMPE

Tél. : +33 (0)5 87 59 00 23

Rapport d'analyse n°035023 version 01 validé par Valérie GRANGER

INFORMATIONS DU LABORATOIRE

INFORMATIONS GENERALES

Tous les résultats de concentrations sont rendus sur masse de matière sèche à l'exception des hydrocarbures, des composés organiques, de la perte au feu, de l'humidité et de la matière sèche pour les échantillons de nature BOUES, SEDIMENTS, SOLS, SABLES, POUDRES, RESIDUS ou RESINES.

Incertitude : Non renseignée pour les résultats inférieurs à la limite de quantification LQ et à la limite de détection LD.

Le laboratoire décline toute responsabilité concernant les informations fournies par le client présentées en caractères gras dans le présent rapport.

Les résultats ne s'appliquent qu'à l'échantillon reçu tel que reçu.

INFORMATIONS SUR LES CONDITIONS DE CONSERVATION

Le laboratoire se réfère aux normes de conservation NF EN ISO 5667-3, NF EN ISO 5667-13 et NF EN ISO 5667-15.

Délais de conservation :

Le laboratoire émet une réserve sur les résultats du fait du non respect du délai analytique entre le prélèvement et l'analyse

Maîtrise de la température :

Pas d'écart constaté

Type de récipients :

Pas d'écart constaté

Conditions de conservation :

Pas d'écart constaté

Ce rapport d'analyse comporte 6 page(s) numérotée(s) de 1 à 6

Page 4 sur 6

(*) Analyse sous Accréditation COFRAC

Le rapport d'essais est la propriété du client, la reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographie intégral après approbation du laboratoire. Ce rapport d'essais ne concerne que les objets ou produits soumis à essais.

L'accréditation par la section Essais du COFRAC atteste uniquement de la compétence technique du laboratoire pour les essais ou analyses couverts par l'accréditation.

ORANO MINING CIME

CENTRE D'INNOVATION EN METALLURGIE EXTRACTIVE

Etablissement de Bessines - 2, Route de Lavaugrasse - CS 30071 - 87250 BESSINES SUR GARTEMPE

Tél. : +33 (0)5 87 59 00 23

Rapport d'analyse n°035023 version 01 validé par Valérie GRANGER

INCERTITUDES

INCERTITUDES RELATIVES DES MESURES à 95 %

Méthodes Physiques

Appareillage	Méthode	Eléments	Incertitudes
SPECTROMETRIE D'ABSORPTION ATOMIQUE FLAMME			
	NF T 90-020	K-Na	10%
	NF EN ISO 12020	Al	10%
	NF EN ISO 7980	Ca-Mg	10%
	180 MO/SAN 084		
SPECTROMETRIE D'EMISSION PLASMA ICP-MS			
	NF EN ISO 17294 - 2		10%
	180 MO/SAN 039		
FLUORESCENCE X et DIFFRACTION X			
	180 MO/SAN 056	Majeurs uniquement	5%
	sur FX		

Méthodes Physico-chimiques

Appareillage	Méthode	Eléments	Incertitudes
CHROMATOGRAPHIE IONIQUE - AQUAKEM			
	NF EN ISO 10304-1		**
	180 MO/SAN 009	F ⁻ ; Cl ⁻ ; NO ₂ ⁻ ; NO ₃ ⁻ ; Br ⁻	10%
	180 MO/SAN 024	PO ₄ ³⁻ ; SO ₄ ²⁻ ; Cr(VI)	
SPECTROMETRIE D'ABSORPTION MOLECULAIRE			
	NF EN 903	Tension Actif Anionique	15%
	NF T 90-043	Chrome(VI)	10%
	NF T 90-015-1	Ammonium	10 % à partir de 5 mg/l
	NF T 90-017	Fe (II)	5%
	NF T 90-107	Cyanure totaux	15%
	T 90-109	Indice Phénol	15%

SPECTROMETRIE D'ABSORPTION MOLECULAIRE

Appareillage	Méthode	Eléments	Incertitudes
	NF EN 903	Tension Actif Anionique	15%
	NF T 90-043	Chrome(VI)	10%
	NF T 90-015-1	Ammonium	10 % à partir de 5 mg/l
	NF T 90-017	Fe (II)	5%
	NF T 90-107	Cyanure totaux	15%
	T 90-109	Indice Phénol	15%

GRAVIMETRIE

Appareillage	Méthode	Eléments	Incertitudes
	Méthode interne	Majeurs	1%
	NF T 90-007	SiO ₂	2%
	NF T 90-009	Sulfates	2%

ORGANIQUES

Appareillage	Méthode	Eléments	Incertitudes
	Méthode interne	Hydrocarbures totaux	15%
	T 90-109	Indice Phénol	15%
	NF EN 1484	Carbone Organique Total	10%

FLUX CONTINU

Appareillage	Méthode	Eléments	Incertitudes
	NF EN ISO 14402	Indice phénol	10%
	NF EN ISO 14403-2	CN- totaux	15%
	NF EN ISO 16285	S.A.B.M	15%

Appareillage	Méthode	Eléments	Incertitudes
SPECTROMETRIE D'EMISSION PLASMA ICP-AES			
	NF EN ISO 11885	Ag-Au-As-Au-B-Bo-Be-Si-Ca-Cd-Ce	10 % pour des teneurs supérieures à 200 µg/L
	180 MO/SAN 022	Co-Cr-Cu-Dy-Eu-Er-Fe-Ga-Gd-Ge-Hf Ho-In-Ir-La-Li-Lu-Mg-Mn-Mo-Na Nb-Ni-Ni-Os-P-Pb-Pa-Pt-Rb-Rh-S Sb-So-Sr-Sr-Sr-Se-Sm-Ta-Tb-Te-Tl-Tm Th-Ti-V-W-Y-Yb-Zn-Zr	
RADIOACTIVITE			
	NF M 80-805-2 et 4	U	
	180 MO/SAN 129	²²⁶ Ra	
	180 MO/SAN 088	²³² Th	Voir incertitudes sur feuille de résultats sinon limite de quantification rendue
	180 MO/SAN 089	⁹⁰ Tc	
	180 MO/SAN 084	⁴⁰ K	
	NF ISO 13185-2	²²⁶ Ra	
	NF ISO 18589-3 et NF EN SO 10703	Eléments radioactifs	
	180 MO/SAN 030 et 134	Emetteur gamma	
	NF EN ISO 10704	Alpha et Beta total	Voir incertitudes sur feuille de résultats sinon limite de détection rendue
	NF EN ISO 9998, NF EN ISO 13182	³ H - ¹⁴ C	
	NF M 80-317	⁶³ Ni	
	NF EN ISO 13181 et 180 MO/SAN 051	²¹⁰ Po	

Les risques alpha et beta de première et seconde espèces sort de 2,5% pour les calculs des limites de détection.

Appareillage	Méthode	Eléments	Incertitudes *
DIVERS			
	NF ISO 9297	Chlorures	10%
	NF T 90-004	Fluorures	10%
	NF EN 25663	Azote Kjeldhal	10%
	NF T 90-008	pH	3%
	NF EN 27888	Conductivité	5%
	NF EN ISO 7027	Turbidité	20%
	NF EN 872	Matières en suspension	18%
	NF T 90-101	DCO	20%
	180 MO/SAN 131	Dureté	15%
	NF EN ISO 9963-1	TA et TAC - Alcalinité	5%
	NF EN 1483	Mercuré	20%
	NF T 90-029	Résidus secs	10%
	Méthode interne	Densité	10%
	ISO 15705	ST-DCO	15%

Incertitudes déterminées par essais statistiques ou par expériences

NB : Les incertitudes sur les mises en solution des échantillons solides sont inférieures à 5 %.

Cette liste ne peut prétendre à couvrir l'ensemble des analyses effectuées au laboratoire, vous pouvez nous contacter pour plus d'informations.

Ce rapport d'analyse comporte 6 page(s) numérotée(s) de 1 à 6

Page 5 sur 6

(*) Analyse sous Accréditation COFRAC

Le rapport d'essais est la propriété du client, la reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographie intégral après approbation du laboratoire. Ce rapport d'essais ne concerne que les objets ou produits soumis à essais.

L'accréditation par la section Essais du COFRAC atteste uniquement de la compétence technique du laboratoire pour les essais ou analyses couverts par l'accréditation.

ORANO MINING CIME

CENTRE D'INNOVATION EN METALLURGIE EXTRACTIVE

Etablissement de Bessines - 2, Route de Lavaugrasse - CS 30071 - 87250 BESSINES SUR GARTEMPE

Tél. : +33 (0)5 87 59 00 23



Rapport d'analyse n°035023 version 01 validé par Valérie GRANGER

METHODES

LEXIQUE DES METHODES D'ANALYSES			
Absorption Atomique Flamme	Chromatographie Ionique	Infra-Rouge & Ultra-Violet	Préparation chimique
160 MO/SAN 064	160 MO/SAN 024	160 MO/SAN 040	160 MO/SAN 047
160 MO/SAN 131	160 MO/SAN 058	160 MO/SAN 053	160 MO/SAN 067
NF EN ISO 7980	160 MO/SAN 059	160 MO/SAN 079	160 MO/SAN 080
NF T 90-020	160 MO/SAN 062	160 MO/SAN 090	160 MO/SAN 081
NF EN ISO 12020	160 MO/SAN 063	FD X 31-144	160 MO/SAN 092 : digestion HNO ₃
Alpha & Beta Total	160 MO/SAN 091	NF EN 903	160 MO/SAN 099
NF ISO 10704	160 MO/SAN 104	NF ISO 11262	160 MO/SAN 103
NF ISO 18589-6	160 MO/SAN 127	NF T 90-015-2	160 MO/SAN 123
Analyses Diverses	160 MO/SAN 138	NF T 90-017	160 MO/SAN 136
160 MO/SAN 054	NF EN ISO 10304-1	NF T 90-043	NF EN 12457-2
160 MO/SAN 057	Aquakem	NF T 90-107	NF EN 13346
160 MO/SAN 066	160 MO/SAN 037	T 90-109	NF EN 13656
160 MO/SAN 069	160 MO/SAN 100	MEB	NF ISO 14869-2
160 MO/SAN 070	160 MO/SAN 121	160 MO/SAN 150	NF X 31-147
160 MO/SAN 076	160 MO/SAN 144	Potentiométrie	NF X 31-160
160 MO/SAN 077	NF EN 26777	160 MO/SAN 021	NF X 31-161
160 MO/SAN 083	NF EN ISO 13395	160 MO/SAN 049	Scintillation Liquide
160 MO/SAN 094	NF EN ISO 15682	160 MO/SAN 050	NF EN ISO 13162
160 MO/SAN 117	NF EN ISO 6878	160 MO/SAN 075	NF ISO 9698
LC-3-50-054	NF T 90-040	160 MO/SAN 084	NF ISO 13160
NF EN 12879	Diffraction X	160 MO/SAN 093	NF ISO 18589-5
NF EN 12880	160 MO/SAN 055	160 MO/SAN 126	Spectrométrie Gamma
NF EN 1484	Emanométrie	160 MO/SAN 135	NF ISO 10703
NF EN 25814	NF ISO 11665-6	CETAMA 10	NF ISO 18589-3
NF EN 872	NF ISO 13165-2	CETAMA 12	NF M 60-807
NF ISO 10-694	Emission Plasma (ICP-AES)	CETAMA 22	160 MO/SAN 133
NF ISO 11261	160 MO/SAN 022	CETAMA CACTUS 14	161 MO/SAN 134
NF ISO 11465	161 MO/SAN 030	CETAMA CACTUS 18	Spectrométrie Alpha
NF EN ISO 7027	160 MO/SAN 033	NF EN 25663	160 MO/SAN 052
NF T 90-029	160 MO/SAN 035	NF EN 27-888	160 MO/SAN 105
Chromatographie Gaz & Liquide	160 MO/SAN 047	NF EN ISO 10-390	NF ISO 13161
160 MO/SAN 048	160 MO/SAN 131	NF EN ISO 10523	NF EN 18589-4
160 MO/SAN 060	161 MO/SAN 137	NF EN ISO 8467	NF M 60-804-2
160 MO/SAN 082	NF EN 1483	NF EN ISO 9963/1	Service Qualité
160 MO/SAN 086	NF EN ISO 11885	NF ISO 11261	160 LD 035
160 MO/SAN 088	NF M 60-805-2	NF T 90-015-1	160 PAQ 002
160 MO/SAN 140	Emission Plasma Couplage Masse (ICP-MS)	NF T 90-101	Granulométrie
NF EN ISO 10301	160 MO/SAN 030	Préparation physique	160 MO LAB A04
NF EN ISO 15009	160 MO/SAN 033	160 MO/SAN 027	Prélèvement
NF EN ISO 6468	160 MO/SAN 039	160 MO/SAN 065 : séchage à 105°C	160 MO/SAN 125
NF ISO 10382	161 MO/SAN 089	NF ISO 11464 : préparation mécanique pour analyses physico-chimiques (séchage < 40°C)	
NF T 90-115	162 MO/SAN 098		
XP X 33-012	160 MO/SAN 107		
Fluorescence X	160 MO/SAN 129	NF ISO 18589-2 : préparation mécanique pour analyses radioactives (séchage à 40°C ou 105°C)	
160 MO/SAN 056	160 MO/SAN 151		
160 MO/SAN 101	NF EN ISO 17294-2		
	NF M 60-805-4		

Ce rapport d'analyse comporte 6 page(s) numérotée(s) de 1 à 6

Page 6 sur 6

(*) Analyse sous Accréditation COFRAC

Le rapport d'essais est la propriété du client, la reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographie intégral après approbation du laboratoire. Ce rapport d'essais ne concerne que les objets ou produits soumis à essais.

L'accréditation par la section Essais du COFRAC atteste uniquement de la compétence technique du laboratoire pour les essais ou analyses couverts par l'accréditation.

ORANO MINING CIME

CENTRE D'INNOVATION EN METALLURGIE EXTRACTIVE

Etablissement de Bessines - 2, Route de Lavaugrasse - CS 30071 - 87250 BESSINES SUR GARTEMPE

Tél. : +33 (0)5 87 59 00 23

Rapport d'analyse n°029256 version 01 validé par Magali CELIER

Nature : SOLS

Date de saisie : 03/06/2020

Numéro de l'échantillon : 202004358025

Libellé : **GAH-ESIS-01**

Référence de la demande : **SMILE FICHE 2020/397**

Temps de stockage : 05/09/2021

Désignation	Méthode d'analyse (version)	Accréditation	Teneur	Unité	Analysé le	Délai de conservation respecté
As Total	NF EN 13346 / NF EN ISO 11885	N/A	21.2	mg/kg	12/08/2020	N/A
Ba Total	NF X 31-147 / NF EN ISO 11885	N/A	465	mg/kg	05/08/2020	N/A
Cd Total	NF X 31-147 / NF EN ISO 11885	N/A	2.30	mg/kg	05/08/2020	N/A
Cr Total	NF X 31-147 / NF EN ISO 11885	N/A	46.6	mg/kg	14/08/2020	N/A
Cu Total	NF X 31-147 / NF EN ISO 11885	N/A	20.1	mg/kg	05/08/2020	N/A
Fe Total	NF X 31-147 / NF EN ISO 11885	N/A	30.3	g/kg	05/08/2020	N/A
Hg Total	NF EN 13346 / NF EN 1483	N/A	<1	mg/kg	11/08/2020	N/A
Mn Total	NF X 31-147 / NF EN ISO 11885	N/A	253	mg/kg	05/08/2020	N/A
Ni Total	NF X 31-147 / NF EN ISO 11885	N/A	31.0	mg/kg	05/08/2020	N/A

Ce rapport d'analyse comporte 61 page(s) numérotée(s) de 1 à 61

Page 49 sur 61

(*) Analyse sous Accréditation COFRAC

Le rapport d'essais est la propriété du client, la reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographie intégral après approbation du laboratoire. Ce rapport d'essais ne concerne que les objets ou produits soumis à essais.

L'accréditation par la section Essais du COFRAC atteste uniquement de la compétence technique du laboratoire pour les essais ou analyses couverts par l'accréditation.

ORANO MINING CIME

CENTRE D'INNOVATION EN METALLURGIE EXTRACTIVE

Etablissement de Bessines - 2, Route de Lavaugrasse - CS 30071 - 87250 BESSINES SUR GARTEMPE

Tél. : +33 (0)5 87 59 00 23

Rapport d'analyse n°029256 version 01 validé par Magali CELIER

Nature : SOLS

Date de saisie : 03/06/2020

Numéro de l'échantillon : 202004358025

Libellé : **GAH-ESIS-01**

Référence de la demande : **SMILE FICHE 2020/397**

Temps de stockage : 05/09/2021

Désignation	Méthode d'analyse (version)	Accréditation	Teneur	Unité	Analysé le	Délai de conservation respecté
Pb Total	NF X 31-147 / NF EN ISO 11885	N/A	27.4	mg/kg	05/08/2020	N/A
Zn Total	NF X 31-147 / NF EN ISO 11885	N/A	134	mg/kg	05/08/2020	N/A
Ra-226 Total	NF ISO 18589-3	*	0.190 ± 0.030	Bq/g	02/09/2020	N/A
U Total	NF X 31-147 / 160 MO/SAN 030	*	11.5 ± 1.2	mg/kg	13/08/2020	N/A
Poids Humide	NF ISO 11464	N/A	620.4	g	09/06/2020	N/A
Poids < 2mm	NF ISO 11464	N/A	335.2	g	29/07/2020	N/A
Poids Sec 40°C	NF ISO 11464	N/A	557.6	g	08/07/2020	N/A

Ce rapport d'analyse comporte 61 page(s) numérotée(s) de 1 à 61

Page 50 sur 61

(*) Analyse sous Accréditation COFRAC

Le rapport d'essais est la propriété du client, la reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral après approbation du laboratoire. Ce rapport d'essais ne concerne que les objets ou produits soumis à essais.

L'accréditation par la section Essais du COFRAC atteste uniquement de la compétence technique du laboratoire pour les essais ou analyses couverts par l'accréditation.

ORANO MINING CIME

CENTRE D'INNOVATION EN METALLURGIE EXTRACTIVE

Etablissement de Bessines - 2, Route de Lavaugrasse - CS 30071 - 87250 BESSINES SUR GARTEMPE

Tél. : +33 (0)5 87 59 00 23

Rapport d'analyse n°029256 version 01 validé par Magali CELIER

INFORMATION DU LABORATOIRE

Tous les résultats de concentrations sont rendus sur masse de matière sèche à l'exception des hydrocarbures, des composés organiques, de la perte au feu, de l'humidité et de la matière sèche pour les échantillons de nature BOUES, SEDIMENTS, SOLS, SABLES, POUDRES, RESIDUS ou RESINES.

Incertitude : Non renseignée pour les résultats inférieurs à la limite de détection

Le laboratoire se réfère aux normes de conservation NF EN ISO 5667-3, NF EN ISO 5667-13 et NF EN ISO 5667-15.

Délais de conservation :

Pas d'écart constaté

Maîtrise de la température :

Pas d'écart constaté

Type de récipients :

Pas d'écart constaté

Conditions de conservation :

Pas d'écart constaté

Le laboratoire décline toute responsabilité concernant les informations fournies par le client présentées en caractères gras dans le présent rapport. Les résultats ne s'appliquent qu'à l'échantillon reçu tel que reçu.

Ce rapport d'analyse comporte 61 page(s) numérotée(s) de 1 à 61

Page 59 sur 61

(*) Analyse sous Accréditation COFRAC

Le rapport d'essais est la propriété du client, la reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographie intégral après approbation du laboratoire. Ce rapport d'essais ne concerne que les objets ou produits soumis à essais.

L'accréditation par la section Essais du COFRAC atteste uniquement de la compétence technique du laboratoire pour les essais ou analyses couverts par l'accréditation.

ORANO MINING CIME

CENTRE D'INNOVATION EN METALLURGIE EXTRACTIVE

Etablissement de Bessines - 2, Route de Lavaugrasse - CS 30071 - 87250 BESSINES SUR GARTEMPE

Tél. : +33 (0)5 87 59 00 23

Rapport d'analyse n°029256 version 01 validé par Magali CELIER

INCERTITUDES

INCERTITUDES RELATIVES DES MESURES à 95 %

Méthodes Physiques

Appareillage	Méthode	Eléments	Incertitudes
SPECTROMETRIE D'ABSORPTION ATOMIQUE FLAMME			
	NF T 90-020	K-Na	10%
	NF EN ISO 12020	Al	10%
	NF EN ISO 7980	Ca-Mg	10%
	180 MO/SAN 084		
SPECTROMETRIE D'EMISSION PLASMA ICP-MS			
	NF EN ISO 17294 - 2		10%
	180 MO/SAN 039		
FLUORESCENCE X et DIFFRACTION X			
	180 MO/SAN 056	Majeurs uniquement	5%
	sur FX		

Méthodes Physico-chimiques

Appareillage	Méthode	Eléments	Incertitudes
CHROMATOGRAPHIE IONIQUE - AQUAKEM			
	NF EN ISO 10304-1		**
	180 MO/SAN 009	F ⁻ ; Cl ⁻ ; NO ₂ ⁻ ; NO ₃ ⁻ ; Br ⁻	10%
	180 MO/SAN 024	PO ₄ ³⁻ ; SO ₄ ²⁻ ; Cr(VI)	

SPECTROMETRIE D'ABSORPTION MOLECULAIRE

Appareillage	Méthode	Eléments	Incertitudes
	NF EN 903	Tension Actif Anionique	15%
	NF T 90-043	Chrome(VI)	10%
	NF T 90-015-1	Ammonium	10 % à partir de 5 mg/l
	NF T 90-017	Fe (II)	5%
	NF T 90-107	Cyanure totaux	15%
	T 90-109	Indice Phénol	15%

GRAVIMETRIE

Appareillage	Méthode	Eléments	Incertitudes
	Méthode interne	Majeurs	1%
	NF T 90-007	SiO ₂	2%
	NF T 90-009	Sulfates	2%

ORGANIQUES

Appareillage	Méthode	Eléments	Incertitudes
	Méthode interne	Hydrocarbures totaux	15%
	T 90-109	Indice Phénol	15%
	NF EN 1484	Carbone Organique Total	10%

FLUX CONTINU

Appareillage	Méthode	Eléments	Incertitudes
	NF EN ISO 14402	Indice phénol	10%
	NF EN ISO 14403-2	CN- totaux	15%
	NF EN ISO 16285	S.A.B.M	15%

Appareillage	Méthode	Eléments	Incertitudes
SPECTROMETRIE D'EMISSION PLASMA ICP-AES			
	NF EN ISO 11885	Ag-Au-As-Au-B-Bo-Be-Si-Ca-Cd-Ce	10 % pour des teneurs supérieures à 200 µg/L
	180 MO/SAN 022	Co-Cr-Cu-Dy-Eu-Er-Fe-Ga-Gd-Ge-Hf Ho-In-Ir-La-Li-Lu-Mg-Mn-Mo-Na Nb-Ni-Ni-Os-P-Pb-Pa-Pt-Rb-Rh-S Sb-So-Sr-Sn-Sc-Se-Sm-Ta-Tb-Te-Tl-Tm Th-Ti-V-W-Y-Yb-Zn-Zr	
RADIOACTIVITE			
	NF M 80-805-2 et 4	U	
	180 MO/SAN 129	²²⁶ Ra	Voir incertitudes sur feuille de résultats sinon limite de quantification rendue
	180 MO/SAN 088	²³⁰ Th	
	180 MO/SAN 089	⁹⁰ Tc	
	180 MO/SAN 084	⁴⁰ K	
	NF ISO 13185-2	²²⁶ Ra	
	NF ISO 18589-3 et NF EN SO 10703	Eléments radioactifs	
	180 MO/SAN 030 et 134	Emetteur gamma	Voir incertitudes sur feuille de résultats sinon limite de détection rendue
	NF EN ISO 10704	Alpha et Beta total	
	NF EN ISO 9998, NF EN ISO 13182	³ H - ¹⁴ C	
	NF M 80-317	⁶³ Ni	
	NF EN ISO 13181 et 180 MO/SAN 051	²¹⁰ Po	

Les risques alpha et beta de première et seconde espèces sort de 2,5% pour les calculs des limites de détection.

Appareillage	Méthode	Eléments	Incertitudes *
DIVERS			
	NF ISO 9297	Chlorures	10%
	NF T 90-004	Fluorures	10%
	NF EN 25663	Azote Kjeldhal	10%
	NF T 90-008	pH	3%
	NF EN 27888	Conductivité	5%
	NF EN ISO 7027	Turbidité	20%
	NF EN 872	Matières en suspension	18%
	NF T 90-101	DCO	20%
	180 MO/SAN 131	Dureté	15%
	NF EN ISO 9963-1	TA et TAC - Alcalinité	5%
	NF EN 1483	Mercurure	20%
	NF T 90-029	Résidus secs	10%
	Méthode interne	Densité	10%
	ISO 15705	ST-DCO	15%

Incertitudes déterminées par essais statistiques ou par expériences

NB : Les incertitudes sur les mises en solution des échantillons solides sont inférieures à 5 %.
Cette liste ne peut prétendre à couvrir l'ensemble des analyses effectuées au laboratoire, vous pouvez nous contacter pour plus d'informations.

(*) Analyse sous Accréditation COFRAC

Le rapport d'essais est la propriété du client, la reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographie intégral après approbation du laboratoire. Ce rapport d'essais ne concerne que les objets ou produits soumis à essais.

L'accréditation par la section Essais du COFRAC atteste uniquement de la compétence technique du laboratoire pour les essais ou analyses couverts par l'accréditation.

ORANO MINING CIME

CENTRE D'INNOVATION EN METALLURGIE EXTRACTIVE

Etablissement de Bessines - 2, Route de Lavaugrasse - CS 30071 - 87250 BESSINES SUR GARTEMPE

Tél. : +33 (0)5 87 59 00 23

ANNEXE 3 : CHRONIQUE DES SUIVIS D'EAUX (ORANO MINING - 2012-2019)

Point de prélèvement : CHAP A - Chapelain Amont Sites, (source : ORANO [6])

2012- Aujourd'hui	pH	Conductivité - σ (μ S/cm)	Ra 226 sol Bq/L	U 238 sol μ g/L
Moyenne	6,9	192	< 0,03	< 1
Minimum	6,3	149	< 0,02	< 1
Maximum	7,5	222	0,12	3

DATE	pH	Conductivité - σ (μ S/cm)	Ra 226 sol Bq/L	U 238 sol μ g/L
janv-12				
févr-12				
mars-12				
avr-12				
mai-12				
juin-12				
juil-12				
août-12				
sept-12	6,4	205	< 0,02	< 1
oct-12				
nov-12				
déc-12	6,6	179	0,04	< 1
janv-13				
févr-13				
mars-13	6,3	188	0,04	< 1
avr-13				
mai-13				
juin-13	6,9	174	0,02	< 1
juil-13				
août-13				
sept-13	6,3	188	0,04	< 1
oct-13				
nov-13				
déc-13	6,9	174	0,02	< 1
janv-14				
févr-14				
mars-14	7,5	186	0,05	< 1
avr-14				
mai-14				
juin-14	7,1	201	0,03	< 1
juil-14				
août-14				
sept-14	7,2	206	0,12	3
oct-14				
nov-14				
déc-14	7,1	199	< 0,02	1
janv-15				
févr-15				
mars-15	6,7	184	0,02	< 1
avr-15				
mai-15				
juin-15	6,8	197	< 0,02	< 1
juil-15				
août-15				
sept-15	6,9	208	< 0,02	< 1
oct-15				
nov-15				
déc-15	7,1	198	< 0,02	< 1
janv-16				
févr-16				
mars-16	7	149	< 0,02	< 1
avr-16				
mai-16				
juin-16	7,3	189	< 0,02	< 1
juil-16				
août-16				
sept-16	7,5	201	< 0,02	< 1
oct-16				
nov-16				
déc-16	6,6	222	< 0,02	< 1

2012	pH	Conductivité - σ	Ra 226 sol (Bq/L)	U 238 sol (μ g/L)
Moyenne	6,5	192	< 0,03	< 1
Minimum	6,4	179	< 0,02	< 1
Maximum	6,6	205	0,04	< 1

2013	pH	Conductivité - σ	Ra 226 sol (Bq/L)	U 238 sol (μ g/L)
Moyenne	6,6	181	0,03	< 1
Minimum	6,3	174	0,02	< 1
Maximum	6,9	188	0,04	< 1

2014	pH	Conductivité - σ	Ra 226 sol (Bq/L)	U 238 sol (μ g/L)
Moyenne	7,2	198	< 0,06	< 2
Minimum	7,1	186	< 0,02	< 1
Maximum	7,5	206	0,12	3

2015	pH	Conductivité - σ	Ra 226 sol (Bq/L)	U 238 sol (μ g/L)
Moyenne	6,9	197	< 0,02	< 1
Minimum	6,7	184	< 0,02	< 1
Maximum	7,1	208	0,02	< 1

2016	pH	Conductivité - σ	Ra 226 sol (Bq/L)	U 238 sol (μ g/L)
Moyenne	7,1	190	< 0,02	< 1
Minimum	6,6	149	< 0,02	< 1
Maximum	7,5	222	< 0,02	< 1

Orano Mining

Suivi des eaux superficielles sur le ruisseau du Chapelain (2017-2019) durant les travaux de rapatriement de stériles sur le site de Prat Mérien.

CHAP A - Ruisseau du Chapelain Amont																
Date	06/09/2017	07/11/2017	06/12/2017	23/01/2018	20/02/2018	06/03/2018	24/04/2018	15/05/2018	06/06/2018	17/07/2018	09/10/2018	08/01/2019	26/03/2019	26/03/2019	04/06/2019	24/09/2019
N°DA	1705753	1707097	1707620	1800612	1801137	1801551	1802777	1803091	1803571	1804552	1806190	1900226	1902059	1903404-21581A	1903099	1904930
pH	7,0	7,2	7,0	6,9	7,0	6,6	7,2	7,2	7,1	7,2	7,3	6,9	7,1	7,1	7,3	7,3
Température (°C)	15,3	9,5	5,5	10,5	9,2	5,3	10,4	11,5	14,3	15,8	8,3	8,9	6,9	6,9	12,7	16,1
Conductivité (µS/cm)	211	446	284	384	334	194	575	553	530	206	214	444	192	192	219	213
Uranium sol (µg/L)	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	2,0	< 1,0	3,3	5,9	< 1,0	1,1	< 1,0	1,1	< 1,0	0,2	< 1,0	< 1,0
Radium226 sol (Bq/L)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,18	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
N°DA	1705754	1707098	1707621	1800613	1801138	1801552	1802778	1803092	1803572	1804553	1806192	1900227	1902060		1903100	1904931
Radium226 ins (Bq/L)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	NR	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02		< 0,02	< 0,02

Travaux PRT

CHAP A - Ruisseau du Chapelain Amont

Chronologie	Avant Travaux		Après Travaux		3 mois après travaux		9 mois après travaux	
Date	06/09/2017		17/07/2018		09/10/2018		26/03/2019	
N°DA	1706227		1804557		1806196		1902064	
Poids Frais (g)	1290,4		1903,0		1504,4		1729,1	
Poids Sec à 105°C (g)	867,60		1391,75		898,02		1200,39	
Uranium 238 (Bq/kg)	<	60		40	<	20	<	70
Radium 226 (Bq/kg)		40		60		60		44

Point de prélèvement : SARRE A - Sarre Amont Sites

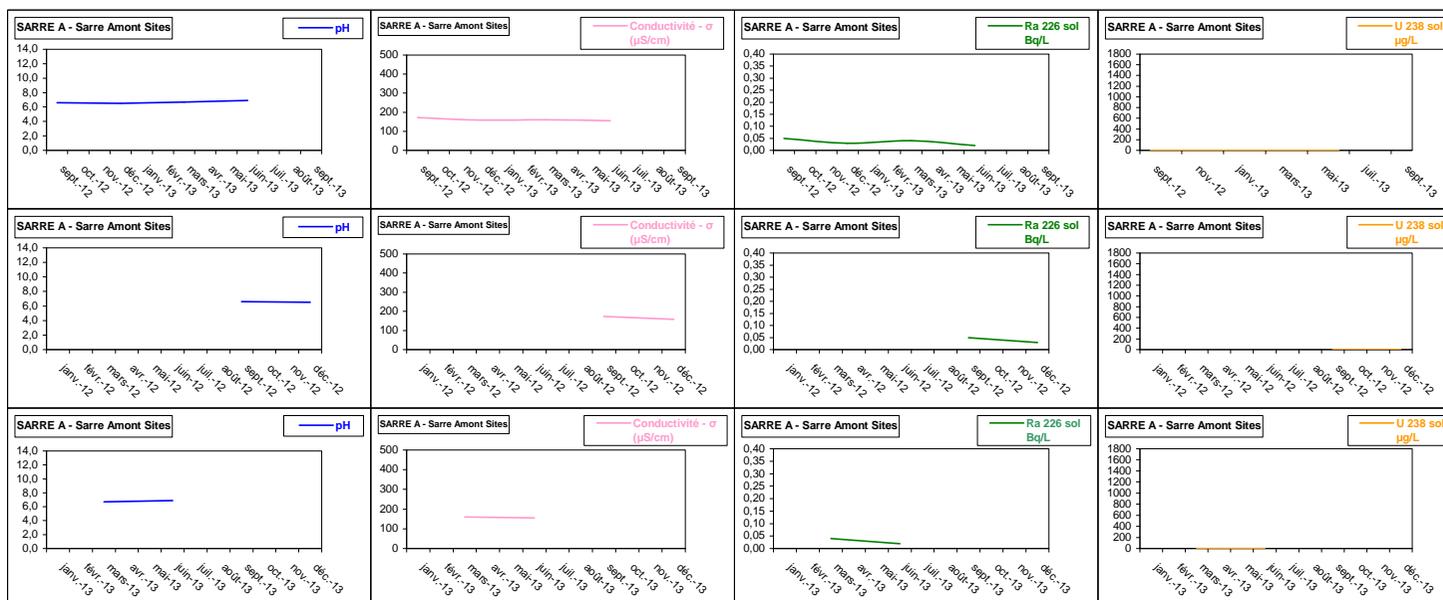
DATE	pH	Conductivité - σ (μ S/cm)	Ra 226 sol Bq/L	U 238 sol μ g/L
janv-12				
févr-12				
mars-12				
avr-12				
mai-12				
juin-12				
juil-12				
août-12				
sept-12	6,6	173	0,05	< 1
oct-12				
nov-12				
déc-12	6,5	159	0,03	< 1
janv-13				
févr-13				
mars-13	6,7	160	0,04	< 1
avr-13				
mai-13				
juin-13	6,9	156	< 0,02	< 1
juil-13				
août-13				
sept-13				
oct-13				
nov-13				
déc-13				

2012-2013	pH	Conductivité - σ (μ S/cm)	Ra 226 sol (Bq/L)	U 238 sol (μ g/L)
Moyenne	6,7	162	< 0,04	< 1
Minimum	6,5	156	< 0,02	< 1
Maximum	6,9	173	0,05	< 1

2012	pH	Conductivité - σ (μ S/cm)	Ra 226 sol (Bq/L)	U 238 sol (μ g/L)
Moyenne	6,6	166	0,04	< 1
Minimum	6,5	159	0,03	< 1
Maximum	6,6	173	0,05	< 1

2013	pH	Conductivité - σ (μ S/cm)	Ra 226 sol (Bq/L)	U 238 sol (μ g/L)
Moyenne	6,8	158	< 0,03	< 1
Minimum	6,7	156	< 0,02	< 1
Maximum	6,9	160	0,04	< 1

*NR: Non réalisable



Point de prélèvement : GOAH A - Goah Amont Sites

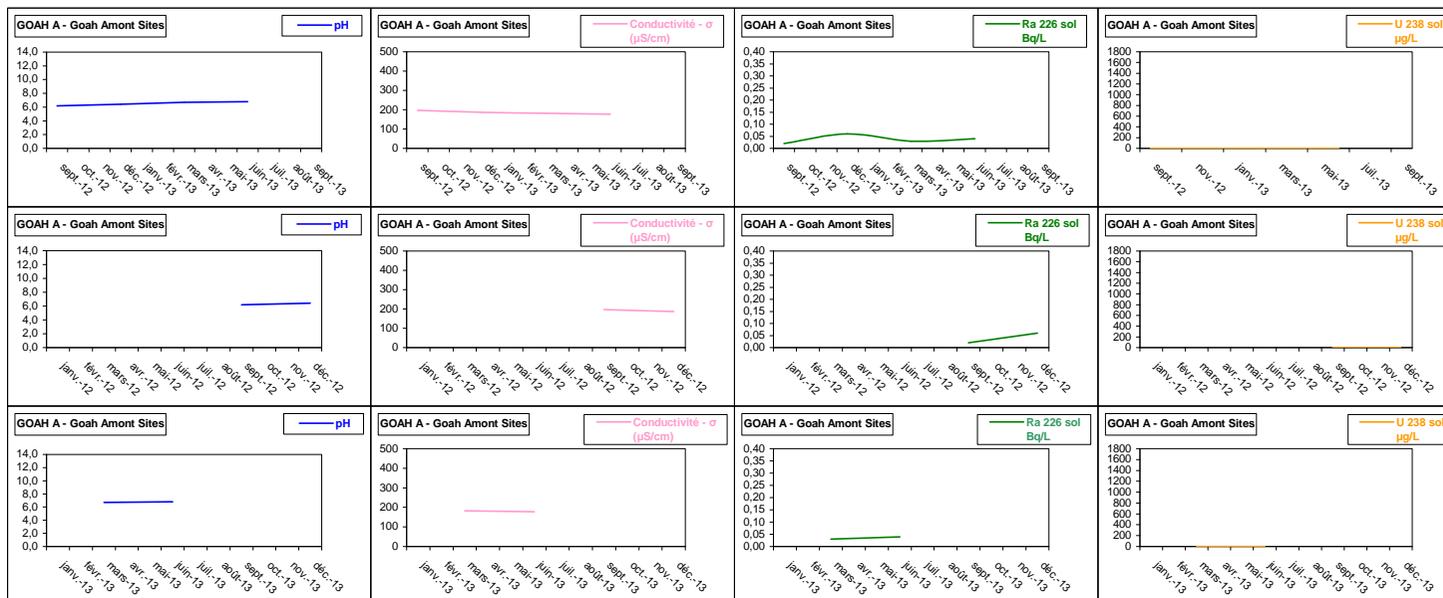
DATE	pH	Conductivité - σ (μ S/cm)	Ra 226 sol Bq/L	U 238 sol μ g/L
janv-12				
févr-12				
mars-12				
avr-12				
mai-12				
juin-12				
juil-12				
août-12				
sept-12	6,2	197	< 0,02	< 1
oct-12				
nov-12				
déc-12	6,4	187	0,06	< 1
janv-13				
févr-13				
mars-13	6,7	182	0,03	< 1
avr-13				
mai-13				
juin-13	6,8	177	0,04	< 1
juil-13				
août-13				
sept-13				
oct-13				
nov-13				
déc-13				

2012-2013	pH	Conductivité - σ (μ S/cm)	Ra 226 sol (Bq/L)	U 238 sol (μ g/L)
Moyenne	6,5	186	< 0,04	< 1
Minimum	6,2	177	< 0,02	< 1
Maximum	6,8	197	0,06	< 1

2012	pH	Conductivité - σ (μ S/cm)	Ra 226 sol (Bq/L)	U 238 sol (μ g/L)
Moyenne	6,3	192	< 0,04	< 1
Minimum	6,2	187	< 0,02	< 1
Maximum	6,4	197	0,06	< 1

2013	pH	Conductivité - σ (μ S/cm)	Ra 226 sol (Bq/L)	U 238 sol (μ g/L)
Moyenne	6,8	180	0,04	< 1
Minimum	6,7	177	0,03	< 1
Maximum	6,8	182	0,04	< 1

*NR: Non réalisable



Point de prélèvement : GAH RUN - Ruisseau Nord Aval Galhaut

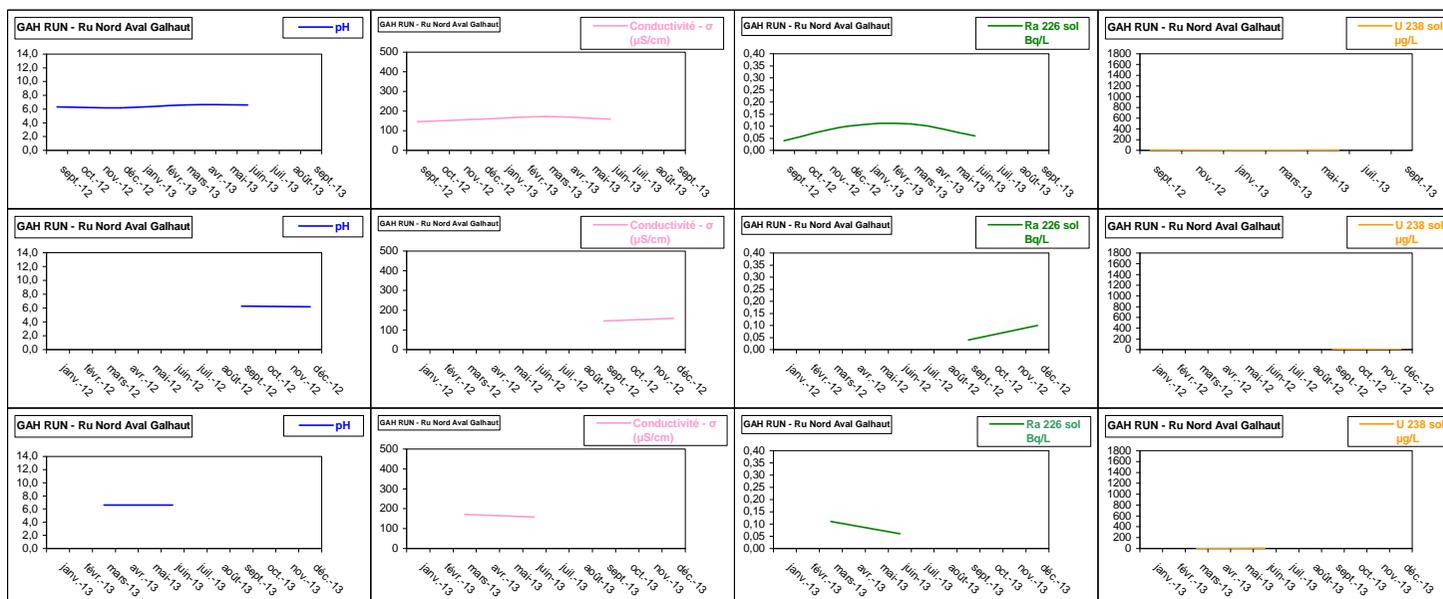
DATE	pH	Conductivité - σ (μ S/cm)	Ra 226 sol Bq/L	U 238 sol μ g/L
janv-12				
févr-12				
mars-12				
avr-12				
mai-12				
juin-12				
juil-12				
août-12				
sept-12	6,3	146	0,04	6
oct-12				
nov-12				
déc-12	6,2	159	0,10	2
janv-13				
févr-13				
mars-13	6,6	172	0,11	2
avr-13				
mai-13				
juin-13	6,6	159	0,06	5
juil-13				
août-13				
sept-13				
oct-13				
nov-13				
déc-13				

2012-2013	pH	Conductivité - σ (μ S/cm)	Ra 226 sol (Bq/L)	U 238 sol (μ g/L)
Moyenne	6,4	159	0,08	4
Minimum	6,2	146	0,04	2
Maximum	6,6	172	0,11	6

2012	pH	Conductivité - σ (μ S/cm)	Ra 226 sol (Bq/L)	U 238 sol (μ g/L)
Moyenne	6,3	153	0,07	4
Minimum	6,2	146	0,04	2
Maximum	6,3	159	0,10	6

2013	pH	Conductivité - σ (μ S/cm)	Ra 226 sol (Bq/L)	U 238 sol (μ g/L)
Moyenne	6,6	166	0,09	4
Minimum	6,6	159	0,06	2
Maximum	6,6	172	0,11	5

*NR: Non réalisable



Point de prélèvement : GAH RUE - Ruisseau Est Aval Galhaut

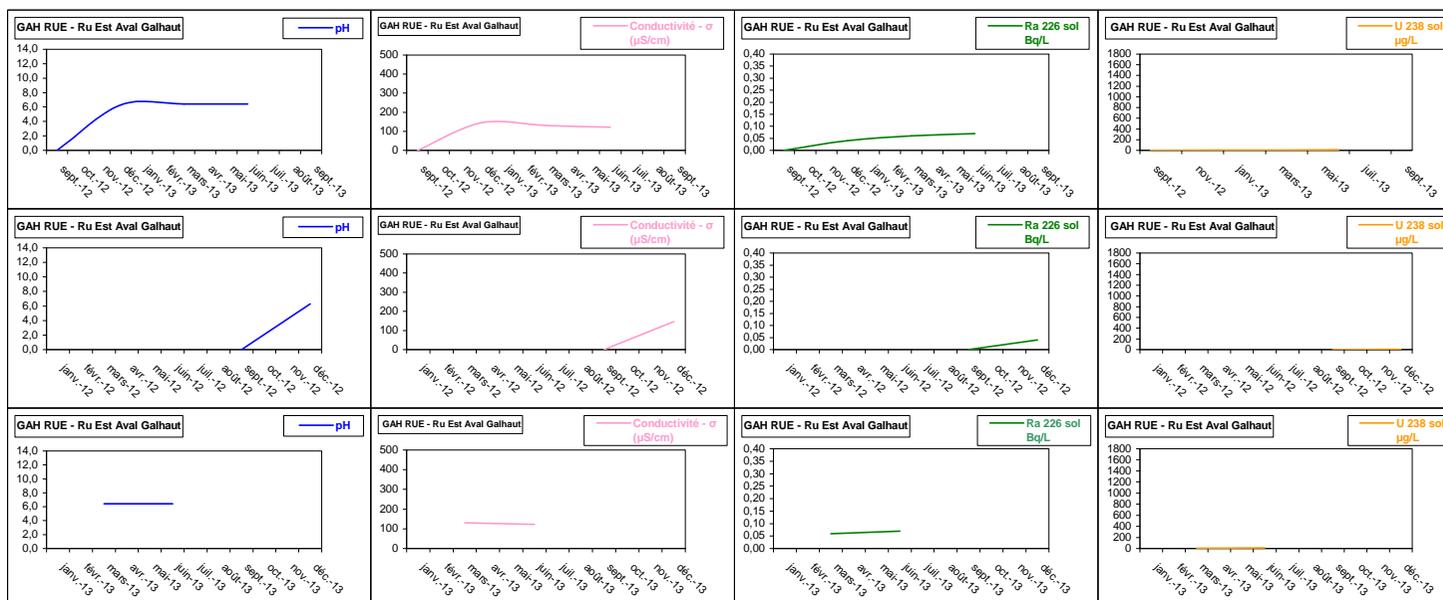
DATE	pH	Conductivité - σ (μ S/cm)	Ra 226 sol Bq/L	U 238 sol μ g/L
janv-12				
févr-12				
mars-12				
avr-12				
mai-12				
juin-12				
juil-12				
août-12				
sept-12	*NR	*NR	*NR	*NR
oct-12				
nov-12				
déc-12	6,3	146	0,04	7
janv-13				
févr-13				
mars-13	6,4	130	0,06	5
avr-13				
mai-13				
juin-13	6,4	122	0,07	10
juil-13				
août-13				
sept-13				
oct-13				
nov-13				
déc-13				

2012-2013	pH	Conductivité - σ (μ S/cm)	Ra 226 sol (Bq/L)	U 238 sol (μ g/L)
Moyenne	6,4	133	0,06	7
Minimum	6,3	122	0,04	5
Maximum	6,4	146	0,07	10

2012	pH	Conductivité - σ (μ S/cm)	Ra 226 sol (Bq/L)	U 238 sol (μ g/L)
Moyenne	6,3	146	0,04	7
Minimum	6,3	146	0,04	7
Maximum	6,3	146	0,04	7

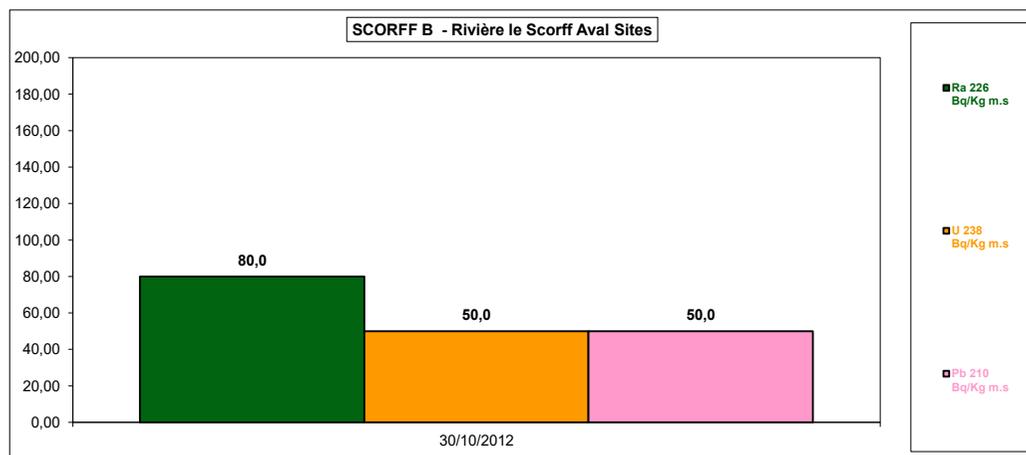
2013	pH	Conductivité - σ (μ S/cm)	Ra 226 sol (Bq/L)	U 238 sol (μ g/L)
Moyenne	6,4	126	0,07	8
Minimum	6,4	122	0,06	5
Maximum	6,4	130	0,07	10

*NR: Non réalisable



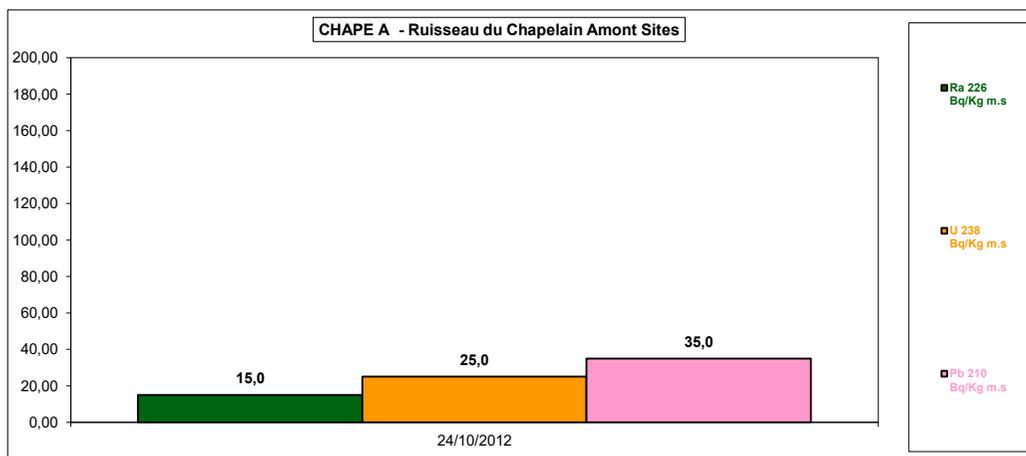
Sédiments

SCORFF B - Rivière Le Scorff Aval Sites									
Prélèvement					Analyse				
Date	Fraction Analysée	Poids Frais g	Poids Sec g		Ra 226 Bq/Kg m.s		U 238 Bq/Kg m.s		Pb 210 Bq/Kg m.s
30/10/12	< 2 mm	1633,2	1196,7		80,0	<	50,0	<	50,0



Sédiments

CHAPE A - Ruisseau du Chapelain Amont Sites									
Prélèvement				Analyse					
Date	Fraction Analysée	Poids Frais g	Poids Sec g	Ra 226 Bq/Kg m.s		U 238 Bq/Kg m.s		Pb 210 Bq/Kg m.s	
24/10/12	< 2 mm	1712,4	1247,6	<	15,0	<	25,0	<	35,0



ANNEXE 4 : CALCUL DES VALEURS D'ENVIRONNEMENT LOCAL TEMOIN (ELT), REFERENCE HORS INFLUENCE MINIERE

DETERMINATION DE L'ENVIRONNEMENT LOCAL TEMOIN, REFERENCE HORS INFLUENCE MINIERE et VALEURS SEUIL pour le site de GALHAUT

1. Environnement Local Témoin (ELT) pour le milieu « sols »

L'établissement de l'ELT s'appuie sur les résultats de la campagne de caractérisation de l'Environnement Local Témoin réalisée sur le site de Prat Merien en 2019. Les échantillons de sols prélevés hors influence minière sont issus des 3 points : PRT_ESBF_01 à PRT_ESBF_03.

L'établissement de l'ELT s'appuie également sur les données issues du SIG Mines. 6 analyses sur les sols superficiels (30-50 cm) disponibles dans un rayon de 2 km réalisés par le BRGM dans le cadre de l'inventaire minier national et situés dans une géologie identique au site de Galhaut ont été intégrées. Ces données sont issues de la prospection géochimique à vocation minière réalisée par le BRGM entre 1975 et 1991. Les prélèvements et analyses à proximité du site ont été réalisées par la société SNEAP. Ces analyses ne concernent pas le volet radiologique.

Les résultats analytiques concernant ces échantillons sont donnés dans le tableau ci-après.

Tableau 1 : Résultats analytiques concernant les échantillons issus du SIG Mines

Référence	10739	10740	10741	10745	11547	11892
	0819_S960	0819_S961	0819_S962	0819_S966	0819_T571	0819_S907
As total	<50,0	63	96	92	<50,0	<50,0
Ba total	217	247	247	213	243	258
Cd total	na	na	na	na	na	na
Cr total	50	36	27	43	33	68
Cu total	12	12	8	12	9	7
Fe total	3	3	2	3	2	2
Hg total	na	na	na	na	na	na
Mn total	0,02	0,03	0,03	0,04	<0,01	0,02
Ni total	<10,0	12	22	30	<10,0	21
Pb total	38	43	48	49	41	38
Zn total	77	93	82	105	55	72
<50 - <0,01 - <10	Teneur inférieure à la limite de quantification du laboratoire					
na	non analysé					

Pour la partie chimique la valeur minimale a été utilisée pour définir la borne basse de l'ELT, tandis que la valeur de 90^e percentile a été utilisée pour définir la borne haute de l'ELT de manière à éliminer une partie des valeurs « anormales » du jeu de données ;

ORANO MINING
SITE DE GALHAUT CONCESSION DE LIGNOL
ANALYSE DES ENJEUX RADIOLOGIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX
ANNEXE : DETERMINATION DE L'ENVIRONNEMENT LOCAL TEMOIN ET REFERENCE HORS INFLUENCE MINIERE

Tableau 2 : Détermination de l'ELT pour le milieu « sols »

Point de prélèvement		ORANO - DADT site de Prat Mérien			BRGM, RP-57133-FR2008 - SIG Mines			Analyse des données		
		PRT_ESBF_01	PRT_ESBF_02	PRT_ESBF_03	Statistiques sur 6 valeurs			ELT		
Date		27/06/2019	27/06/2019	27/06/2019	min	moy.	max.	Borne basse	Borne haute	
Paramètres	Unité							minimum	90è. perc.	maximum
Analyses radiologiques										
Uranium 238	Bq/kg MS	42,7	41,5	42,7	-	-	-	41,5	-	42,7
Radium 226	Bq/kg MS	65,8	55,8	55,8	-	-	-	55,8	-	65,8
Analyses chimiques										
Arsenic (As)	mg/kg MS	10,1	6,28	8,03	50,0	66,8	96,0	6,28	92,8	96,0
Baryum (Ba)	mg/kg MS	339	370	371	213,0	237,5	258,0	339	370,2	371
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<4	<4	<4	-	-	-	<4	<4	0
Chrome (Cr)	mg/kg MS	20,9	35,6	27,1	27,0	42,8	68,0	20,9	53,6	68
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	5,18	12,7	12,5	7,0	10,0	12,0	5,18	12,54	12,7
Fer (Fe)	mg/kg MS	12 900	16 100	19 300	-	-	-	12 900	16740	19300
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<1	<1	<1	-	-	-	<1	<1	0
Manganèse (Mn)	mg/kg MS	154	258	316	0,01	0,03	0,04	154	269,6	316
Nickel (Ni)	mg/kg MS	8,81	10,1	13,1	10,0	17,5	30,0	8,81	23,6	30
Plomb (Pb)	mg/kg MS	27,6	21,2	21,3	38,0	42,8	49,0	21,2	48,2	49
Zinc (Zn)	mg/kg MS	51,7	52	56,2	55,0	80,7	105,0	51,7	95,4	105
<4		Teneur inférieure à la limite de quantification du laboratoire								
Note: les résultats du laboratoire sont exprimés en U total (mg/kg MS). La donnée a donc été convertie pour obtenir l'activité en 238 U (Bq/kg MS)										

2. Référence hors influence minière (uniquement pour U et Ra) pour le milieu « eaux de surface »

La référence hors influence minière se base sur les mesures effectuées lors des campagnes suivantes :

- De 2012 à 2013 sur les ruisseaux de Goah, et de la Sarre par AREVA (suivi trimestriel au point SARRE A et GOAH A) dans le cadre du plan de surveillance mis en place dans l'environnement des sites miniers bretons, avec recherche de l'238U et du 226Ra, mais pas des éléments traces métalliques ;
- Sur les eaux du ruisseau Le Chapelain, affluent majeur du Scorff, ayant fait l'objet de plusieurs investigations par Orano en amont de toute influence minière des différents sites miniers du Morbihan sur le point CHAP A :
 - En 2009 (prélèvement ponctuel) réalisé par l'IRSN [1] dans le cadre du contrôle de niveau 1 des anciens sites miniers de Bretagne avec recherche de l'238U et du 226Ra, mais pas des éléments traces métalliques ;
 - De 2012 à 2019 par AREVA (suivi du site minier du Prat Mérien à une fréquence trimestrielle de 2012 à 2016, et mensuelle de 2017 à 2019 pendant les travaux menés sur ce site), avec recherche de l'238U et du 226Ra ;
 - En 2015 par l'IRSN (prélèvement ponctuel) dans le cadre des contrôles de second niveau sur les anciens sites miniers d'uranium du Morbihan et du Finistère [4], avec recherche de l'238U et du 226Ra, mais pas des éléments traces métalliques ;
 - En juin 2019, par Orano dans le cadre de l'établissement du dossier de DADT du site du Prat Mérien.

La valeur minimale et maximale des concentrations mesurées a été retenue pour caractériser la référence hors influence minière.

ORANO MINING
SITE DE GALHAUT CONCESSION DE LIGNOL
ANALYSE DES ENJEUX RADIOLOGIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX
ANNEXE : DETERMINATION DE L'ENVIRONNEMENT LOCAL TEMOIN ET REFERENCE HORS INFLUENCE MINIERE

Tableau 3 : Détermination de la référence hors influence minière pour le milieu « eaux de surface »

Origine donnée		Plan de surveillance septembre 2012 à juin 2013			BRGM, RP-57133-FR2008 - SIG Mines			Plan de surveillance septembre 2012 à décembre 2019			Contrôle IRSN (niveaux 1 et 2)		Orano, DADT Prat Mérien	Analyse des données	
Point de prélèvement		GOAH A			SARRE A			CHAP A			CHAP A	56E_CHA_A	CHAP A		
Cours d'eau		Ruisseau de Goah			Ruisseau de la Sarre			Le chapelain (affluent majeur du Scorff)							
Position hydrogéologique		Amont du site de Galhaut			Amont du site de Galhaut			Amont (référence amont sites miniers)						Référence hors influence minière	
Date		min	moy	max	min	moy	max	min	moy	max	2009	2015	04/06/2019	Minimum	Maximum
Paramètres	Unité														
Analyses radiologiques															
Uranium 238	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,525	5,9	0,87	<1	<1	<1	5,9
Radium 226	Bq/l	<0,02	<0,04	0,06	<0,02	<0,04	0,06	<0,02	0,03	0,18	0,04	<0,005	<0,02	<0,005	0,18

3. Référence hors influence minière pour le milieu « sédiments »

En l'absence de point amont sur les ruisseaux intermittents à proximité du site de Galhaut, la référence hors influence minière pour le milieu sédiment se base sur les mesures effectuées lors des campagnes suivantes :

- Sur les eaux du ruisseau Le Chapelain, affluent majeur du Scorff, ayant fait l'objet de plusieurs investigations par Orano en amont de toute influence minière des différents sites miniers du Morbihan sur le point CHAP A :
 - En 2012 (prélèvement ponctuel) dans le cadre du bilan environnemental des sites miniers de Bretagne, avec la recherche de l'238U et du 226Ra ;
 - De 2017 à 2019 (4 prélèvements), dans le cadre des travaux de remblaiement de stériles sur le site du Prat Mérien, avec recherche de l'238U et du 226Ra ;
 - En 2015 (prélèvement ponctuel) réalisé par l'IRSN dans le cadre des contrôles de second niveau des anciens sites miniers du Morbihan et du Finistère, avec recherche de l'238U et du 226Ra ;
 - En 2019 (prélèvement ponctuel) dans le cadre de l'établissement du dossier de DADT du site du Prat Mérien avec la recherche de l'238U et du 226Ra

Origine donnée		Plan de surveillance 2012 à 2019					Contrôle IRSN	Orano, DADT Prat Mérien	Analyse des données	
Point de prélèvement		CHAP A					56E_CHA_A	CHAP A		
Cours d'eau		Le chapelain (affluent majeur du Scorff)								
Position hydrogéologique		Amont (référence amont sites miniers)							Référence hors influence minière	
Date		oct.-12	sept.-17	juil.-18	oct.-18	mars 20129	juil.-05	juin-19	Minimum	Maximum
Paramètres	Unité									
Analyses radiologiques										
Uranium 238	Bq/kg MS	<25	60	40	20	70	<130	36,6	20	130
Radium 226	Bq/kg MS	<15	40	60	60	44	140	59,1	15	140

Tableau 4 : Détermination de la référence hors influence minière pour le milieu « sédiments »

ANNEXE 5 : PLANS COMPTEURS ACTIFS

ORANO

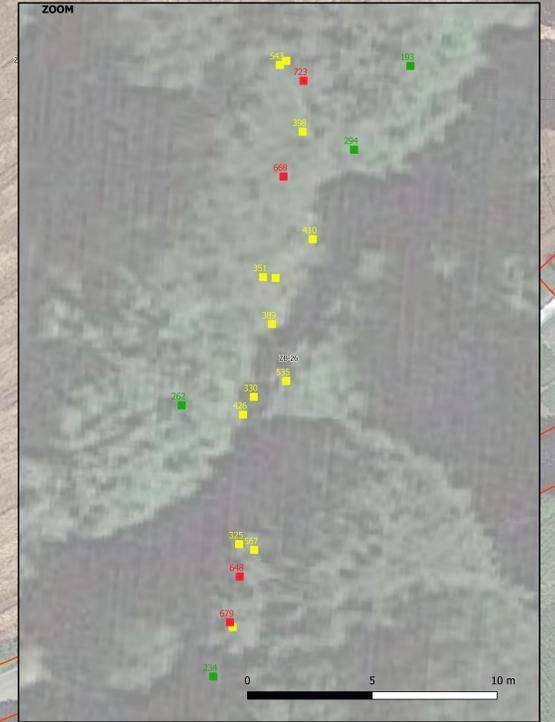
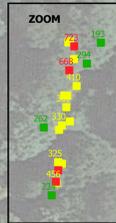
Dossier d'Arrêt Définitif des Travaux Miniers
Concession de Lignol
GAL-P1-Plan3
PLANS COMPTEURS ACTIFS

SITE DE GALHAUT



Agence de Lyon
6, allée des Sorbiers
69500 Bron
www.sce.fr GROUPE KERAN

Indice	Date	Description	Etabli	Vérif	Ech : Graphique
AO	04/2022	Plan initial	MFN	BCE	Format: A0
					Projet : 200621
					Georéférencement:
					- RGF - Lambert 93
					- NGF IGN69



Plans compteurs actifs

- > 600 c/s
- 300 - 600 c/s
- < 300 c/s

Dates de réalisation des plans compteurs

- 22/08/2012
- 05/12/2017
- 28/05/2020

TRAVAUX MINIERES

Orifices débouchants au jour

- Puits

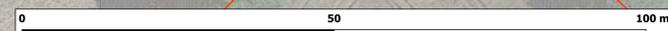
Galleries

- 30

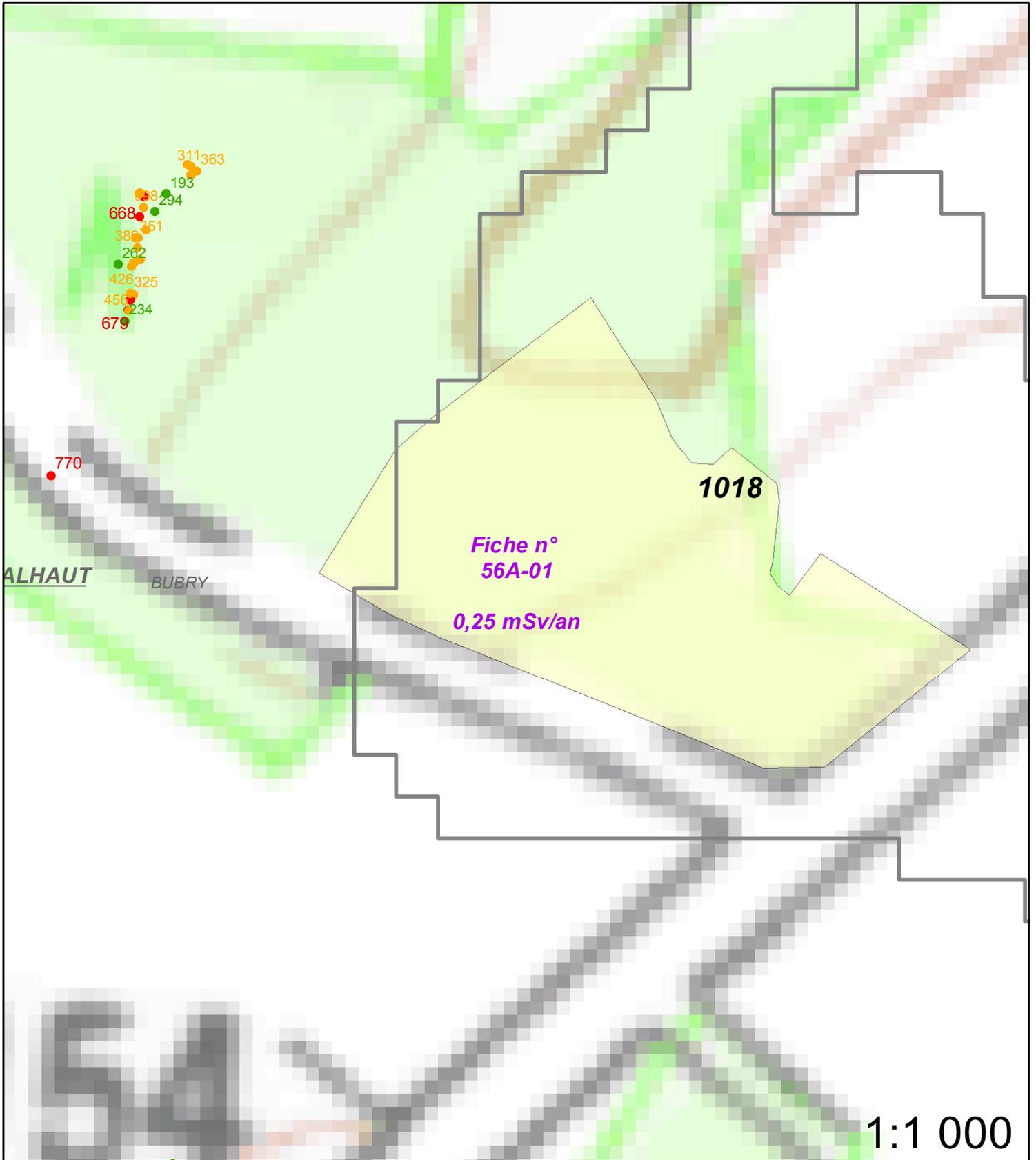
BATI / ROUTES

- bâtiment (source cadastre.gouv.fr)
- parcelles (source cadastre.gouv.fr)
- Routes / chemins

Projection RGF93 Lambert 93 (EPSG = 2154)
source carte Google Satellite



ANNEXE 6 : FICHE STERILES DU SITE DE GALHAUT



Légende

- | | |
|------------------|---------------------------------|
| Site minier | Zone avec présence de stérile |
| MCO | Plan Compteur (SPPgamma) |
| Niveau d'eau MCO | < 300 c/s |
| Contour Survol | 300 < x < 600 c/s |
| | > 600 c/s |

Fiche n° : 56A-01	Date: 22/08/2012
Intervenant	David Verbois
Localisation	N° du bloc : 56A
	N° zone d'intérêt : 975,1018
	Commune : Bubry
	Adresse : Galhaut
Personne contactée	Maire de Bubry

Description de la zone

Chemin et routes d'accès à l'ancien site minier « Galhaut »

Résultats du contrôle

Enregistrement des données

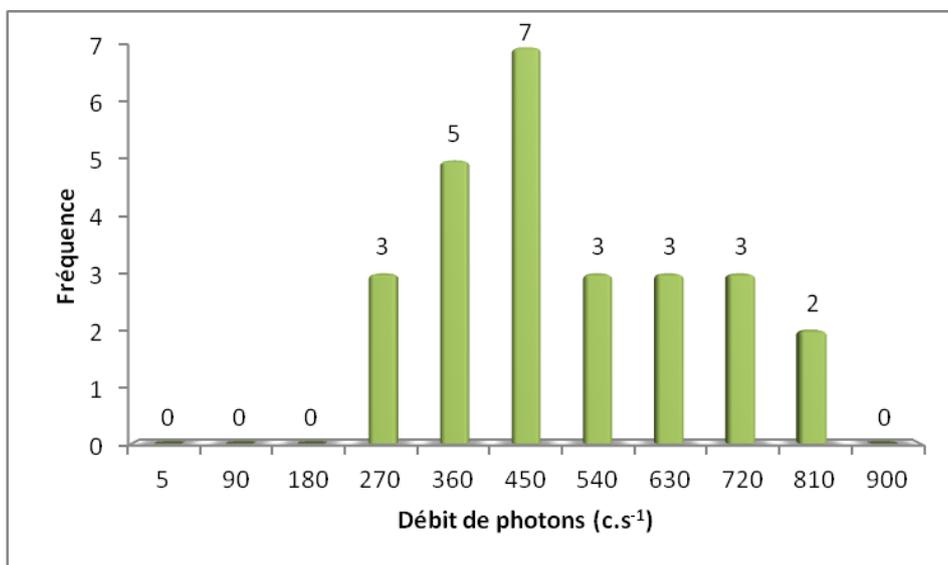
1ere étape : balayage de la zone	Valeur bruit de fond local	Minimum	Maximum	Moyenne
Débit de photon à 1m du sol en coups SPP γ .s ⁻¹ (c/s)	90	90	400	150
2ème étape : surface avec stériles				
Débit de photon à 1m du sol en coups SPP γ .s ⁻¹ (c/s)	90	193	770	450
Débit d'équivalent de dose à 1m du sol en nSv/h	90	190	770	450

Remarques : Prise de mesures sur petite portion du chemin d'accès à un champ avec max 2400 c/s au sol.

Conclusion du contrôle : Présence de stériles marqués radiologiquement

- **Oui** (voir verso)
- **Non**
 - Terrain naturel
 - Pas de produits rapportés visibles
 - Valeur max de débit de photons à 1 m inférieure à 300 c/s SPP γ

Répartition des valeurs (coups $SPP\gamma.s^{-1}$ à 1 m) :



Remarques : Cliquez ici pour taper du texte.

Définition du scénario d'exposition :

Scénario d'exposition retenu : Chemin (400h/an)

Calcul de la dose efficace ajoutée :

Dose Efficace Ajoutée Annuelle : 0,25 mSv/an

(et avec les 400h/an sur le point maximum de la zone : 0,48 mSv/an)

Conclusion et suite à donner aux investigations :



Etude clôturée



Complément d'étude ou intervention

Aucuns travaux envisagés. Pour mémoire collective.

56A-01 / n° 975,1018



ANNEXE 7 : INCERTITUDES DE L'ANALYSE DES ENJEUX RADIOLOGIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX

Incertitudes inhérentes à la réalisation d'une Analyse des Enjeux Radiologiques et Environnementaux

SCE a élaboré ce document pour l'usage exclusif d'Orano Mining.

La réalisation de notre étude est conditionnée par de nombreux facteurs, et notamment :

- Pertinence et fiabilité des données existantes,
- Accessibilité des zones d'intérêt,
- Hétérogénéité naturelle et/ou anthropique du milieu souterrain,
- Représentativité des échantillonnages effectués,
- Conditions météorologiques,
- Représentativité des analyses effectuées en laboratoire.

En conséquence, un constat basé sur des prélèvements ponctuels ne peut raisonnablement pas prétendre à une détermination exhaustive des caractéristiques des matrices analysées.

Par ailleurs, les conclusions du présent document ne valent que pour le contexte, les usages, les composés et les valeurs toxicologiques considérés. La prise en compte d'autres éléments pouvant influencer le propos de SCE d'une part, ou de nouveaux éléments d'autre part, pourrait conduire à la révision et à l'actualisation des conclusions du présent document.

De plus, les conclusions et recommandations du présent document sont basées pour partie sur des informations extérieures publiques ou non, non garanties par SCE. Sa responsabilité en la matière ne saurait être engagée.

Enfin, l'utilisation de ce document et de ses annexes à d'autres fins que celles définies dans la proposition de SCE, par son commanditaire ou par des tiers, est de l'entière responsabilité de l'utilisateur. Ce document, ainsi que l'ensemble de ses annexes, constituent un ensemble indissociable. En conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication/reproduction partielle de ce rapport et de ses annexes, ainsi que toute interprétation au-delà des indications et énonciations de SCE, ne sauraient engager la responsabilité de SCE.



sce

Aménagement
& environnement

www.sce.fr

GROUPE KERAN