

IRSNINSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE*Faire avancer la sûreté nucléaire*

Contrôles de second niveau effectués sur les anciens sites miniers d'uranium de Côtes d'Armor

RT/PRP-DGE/2016-00023

Pôle radioprotection, environnement, déchets
et crise

Service d'expertise des déchets radioactifs et de la radioactivité naturelle

SOMMAIRE

1	CONTEXTE ET OBJECTIFS DES CONTROLES DE SECOND NIVEAU	11
2	METHODE	12
3	MATERIEL ET TECHNIQUES DE MESURES.....	13
4	ENSEIGNEMENTS TIRES DE L'ANALYSE DOCUMENTAIRE (ETAPE 1)	14
4.1	INFORMATIONS GENERALES SUR LES SITES	14
4.2	ELEMENTS RETENUS POUR LA SELECTION DES SITES A VISITER	18
5	ENSEIGNEMENTS TIRES DES VISITES DE TERRAIN (ETAPE 2)	21
5.1	LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE LE LEGUER	22
5.1.1	SITUATION ACTUELLE DES ANCIENS SITES MINIERES ET IMPACT DE CEUX-CI SUR LES EAUX, SEDIMENTS ET SOLS EN CHAMP PROCHE	22
5.1.1.1	Site de Locmaria	22
5.1.1.2	Site de Coz ty Tano.....	24
5.1.1.3	Site de Traou Ru	26
5.1.2	IMPACT DES ANCIENS SITES MINIERES SUR LA RIVIERE LE LEGUER EN CHAMP ELOIGNE.....	29
5.2	LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE LE GUINDY	30
5.2.1	SITUATION ACTUELLE DES ANCIENS SITES MINIERES ET IMPACT DE CEUX-CI SUR LES EAUX, SEDIMENTS ET SOLS EN CHAMP PROCHE	30
5.2.1.1	Site de Kerlogoden	30
5.2.1.2	Site de Rosmeur.....	32
5.2.2	IMPACT DES ANCIENS SITES MINIERES SUR LA RIVIERE LE GUINDY EN CHAMP ELOIGNE	35
5.3	LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE L'EVRON.....	35
5.3.1	SITUATION ACTUELLE DES ANCIENS SITES MINIERES ET IMPACT DE CEUX-CI SUR LES EAUX, SEDIMENTS ET SOLS EN CHAMP PROCHE	35
5.3.2	IMPACT DES ANCIENS SITES MINIERES SUR LA RIVIERE L'EVRON EN CHAMP ELOIGNE	37
6	CONCLUSION	38
7	REFERENCES	40
8	ANNEXES.....	42

Liste des figures

Figure 1 : Cartes de localisation des anciens sites miniers de Côtes d'Armor issues de la base de données MIMAUSA [4] (fond de carte Géoportail, ©IGN [3])	14
Figure 2 : Localisation des anciens sites miniers de Côtes d'Armor dans les bassins versants des rivières Le Léguer et Le Guindy (fond de carte scan 1/25000, ©IGN).....	15
Figure 3 : Localisation des anciens sites miniers de Côtes d'Armor dans les bassins versants des rivières L'Evron et L'Arguenon (fond de carte scan 1/25000, ©IGN).....	16
Figure 4 : Localisation des anciens sites miniers de Côtes d'Armor dans les bassins versants des rivières Le Sullon et Le Blavet (fond de carte scan 1/25000, ©IGN)	16
Figure 5: Tonnage de minerai d'uranium extrait sur les anciens sites miniers d'uranium de Côtes d'Armor (d'après BE Areva Mines [2]).....	17
Figure 6 : Tonnage d'uranium métal extrait sur les anciens sites miniers d'uranium de Côtes d'Armor (d'après BE Areva Mines [2]).....	17
Figure 7 : Travaux miniers du site de Locmaria sur plan cadastral (d'après [2])	22
Figure 8 : Localisation des points de prélèvements (eaux et sédiments) sur le site de Locmaria et dans son environnement proche (sur fond Géoportail, ©IGN [3])	23
Figure 9 : Travaux miniers et usages du site de Coz ty Tano sur plan cadastral (d'après [2]).....	24
Figure 10 : Localisation des points de prélèvements d'eau de l'IRSN effectués dans l'environnement proche du site de Coz ty Tano (sur fond Géoportail, ©IGN [3])	25
Figure 11 : Travaux miniers et usages du site de Traou Ru sur plan cadastral (d'après [2]).....	26
Figure 12 : Localisation des points de prélèvements d'eau, de sédiments et de sols effectués sur le site de Traou Ru et dans son environnement proche (sur fond Géoportail, ©IGN [3])	27
Figure 13 : Localisation du point de prélèvement d'eau et de sédiments effectués par l'IRSN dans la rivière Le Léguer en aval des trois sites miniers de Locmaria, Coz ty Tano et Traou Ru (sur fond de carte Géoportail, ©IGN [3]).....	29
Figure 14 : Travaux miniers et usages du site de Kerlogoden sur plan cadastral (d'après [2]).....	30
Figure 15 : Localisation des points de prélèvements (eaux et sédiments) sur le site de Kerlogoden et dans son environnement proche (sur fond Géoportail, ©IGN [3]).....	31
Figure 16 : Travaux miniers du site de Rosmeur sur fond Géoportail, ©IGN	32
Figure 17 : Localisation des points de prélèvements d'eau effectués par l'IRSN sur le site de Rosmeur et dans son environnement proche (sur fond Géoportail, ©IGN [3]).....	33
Figure 18 : Localisation du point de prélèvement d'eau effectué par l'IRSN dans la rivière le Guindy en aval des deux sites miniers de Kerlogoden et Rosmeur) (sur fond de carte Géoportail, ©IGN [3]).....	35
Figure 19 : Travaux miniers et usages du site de Nome Hard sur plan cadastral (d'après [2]).....	36
Figure 20 : Localisation des points de prélèvements d'eau et de sédiments dans l'environnement proche du site de Nome Hard (sur fond Géoportail, ©IGN [3]).....	37
Figure 21 : Localisation des points de prélèvement d'eau et de sédiments hors influence minière (sur fond Géoportail, ©IGN [3]).....	47
Figure 22 : Vue aérienne du site de Locmaria, en orange l'emprise du site (sur fond Géoportail, ©IGN [3])	52
Figure 23 : Situation des travaux miniers du site de Locmaria sur plan cadastral (source Areva Mines [2])	54

Figure 24 : Réseau hydrographique de surface à proximité de l'ancien site minier de Locmaria (les flèches bleues indiquent le sens des écoulements connus (sur fond Géoportail, ©IGN [3])	55
Figure 25 : Photographies du site de Locmaria (localisation des clichés sur plan cadastral [2], photographies ©IRSN)	57
Figure 26 : Résultats des mesures radiométriques réalisées par l'IRSN sur le site de Locmaria (sur plan cadastral [2])	58
Figure 27 : Localisation des points de prélèvements d'eau et de sédiments effectués par l'IRSN et Areva Mines sur site de Locmaria [2] (sur fond Géoportail IGN © [3])	59
Figure 28 : Photographies des points de prélèvements d'eau et de sédiments réalisés par l'IRSN, A- Aval du site minier de Locmaria (Echantillons LOC_B et LOC_B_SED) et B- Aplomb des anciens travaux miniers de Locmaria (Echantillon LOC_AB) (©IRSN)	60
Figure 29 : Vue aérienne du site de Coz ty Tano, en orange l'emprise du site (sur fond Géoportail, ©IGN [3])	63
Figure 30 : Situation des travaux miniers du site de Coz ty Tano sur plan cadastral (source Areva Mines [2])	64
Figure 31 : Réseau hydrographique de surface à proximité de l'ancien site minier de Coz ty Tano (les flèches bleues indiquent le sens des écoulements connus (sur fond Géoportail, ©IGN [3]))	65
Figure 32 : Photographies du site de Coz ty Tano (localisation des clichés sur plan cadastral [2], photographies ©IRSN)	66
Figure 33 : Résultats des mesures radiométriques réalisées par l'IRSN sur le site de Coz ty Tano (sur plan cadastral) (source Areva Mines [2])	67
Figure 34 : Localisation des points de prélèvements d'eau effectués par l'IRSN sur le site de Coz ty Tano (sur fond Géoportail, ©IGN [3])	68
Figure 35 : Photographies des points de prélèvements d'eau IRSN, A- au droit des travaux miniers (échantillon COZ_AB), B- Aval des anciens travaux miniers dans le ruisseau affluent du Léguer (Echantillon COZ_B) (©IRSN).....	69
Figure 36 : Vue aérienne du site de Traou Ru, en orange l'emprise du site (sur fond Géoportail, ©IGN [3])	71
Figure 37 : Situation des travaux miniers du site de Traou Ru sur plan cadastral (source Areva Mines [2])	73
Figure 38 : Réseau hydrographique de surface à proximité de l'ancien site minier de Traou Ru (les flèches en bleues indiquent le sens des écoulements connus) (sur fond Géoportail, ©IGN [3])	74
Figure 39 : Photographies du site de Traou Ru et de son environnement proche (localisation des clichés sur plan cadastral [2], photographies ©IRSN).....	76
Figure 40 : Résultats des mesures radiométriques réalisées par l'IRSN sur le site de Traou Ru (sur fond Géoportail, ©IGN [3])	77
Figure 41 : Localisation des points de prélèvements d'eau et de sédiments effectués par l'IRSN et Areva Mines sur site de Traou Ru [2] (sur fond Géoportail, ©IGN [3])	78
Figure 42 : Photographies des points de prélèvements d'eau IRSN, A- Amont du site minier de Traou Ru (Echantillon TRA_A), B- Aval du site minier de Traou Ru (Echantillon TRA_B) et C- Buse en aval des travaux miniers de Traou Ru (Echantillon TRA_BU) (IRSN©).....	79

Figure 43 : Localisation des échantillons de sol prélevés au niveau de la zone humide par l'IRSN dans l'environnement proche du site de Traou Ru (sur fond Géoportail, ©IGN [3])	81
Figure 44 : Photographie du point de prélèvement de sédiments réalisé par l'IRSN dans la mare (Echantillon TRA_MARE_SOL) (©IRSN).....	81
Figure 45 : Schémas des anciens travaux miniers de Traou Ru de B. Mulot extraits de « <i>l'Atlas gisements uranifères des Cotes d'Armor</i> » fourni par l'association SDN-Trégor lors de la visite de terrain de l'IRSN	83
Figure 46 : Vue aérienne du site de Kerlogoden, en orange l'emprise du site (sur fond Géoportail, ©IGN [3])	86
Figure 47 : Situation des travaux miniers du site de Kerlogoden sur plan cadastral (source Areva Mines [2])	88
Figure 48 : Réseau hydrographique de surface à proximité des anciens sites miniers de Kerlogoden et de Rosmeur (les flèches bleues indiquent le sens des écoulements connus) (sur fond Géoportail, ©IGN [3])	89
Figure 49 : Photographies du site de Kerlogoden et de son environnement proche (localisation des clichés sur plan cadastral [2], photographies ©IRSN)	91
Figure 50 : Résultats des mesures radiométriques réalisées par l'IRSN sur et dans l'environnement proche du site de Kerlogoden (sur plan cadastral [2]).....	92
Figure 51 : Localisation des points de prélèvements d'eau et de sédiments effectués par l'IRSN et Areva Mines sur site de Kerlogoden [2] (sur fond Géoportail, ©IGN [3])	93
Figure 52 : Photographie du point de prélèvement d'eau IRSN réalisé en aval des travaux miniers de Kerlogoden (Echantillon KER_B) (©IRSN)	94
Figure 53 : Photographie du point de prélèvement de sédiments IRSN en aval immédiat des anciens travaux miniers de Kerlogoden (Echantillon KER_B_SED) (©IRSN)	95
Figure 54 : Vue aérienne du site de Rosmeur, en orange l'emprise du site (sur fond Géoportail, ©IGN [3])	97
Figure 55 : Situation des travaux miniers du site de Rosmeur sur plan cadastral (source Areva Mines [2])	99
Figure 56 : Réseau hydrographique de surface à proximité de l'ancien site minier de Rosmeur (les flèches bleues indiquent le sens des écoulements connus) (sur fonds Géoportail, ©IGN [3])	100
Figure 57 : Photographies du site de Rosmeur et de son environnement proche (localisation des clichés sur plan cadastral [2], photographies ©IRSN).....	102
Figure 58 : Résultats des mesures radiométriques réalisées par l'IRSN sur le site de Rosmeur et dans son environnement proche (sur fond Géoportail, ©IGN [3])	103
Figure 59 : Localisation des points de prélèvements d'eau effectués par l'IRSN et Areva Mines [2] sur le site de Rosmeur (sur fond Géoportail, ©IGN [3])	104
Figure 60 : Photographies des points de prélèvement d'eau IRSN, A- Aval total du site de Rosmeur (Echantillon GUI_B), B- Eau s'écoulant de de la galerie du site de Rosmeur (Echantillon ROS_AB) (©IRSN)	105
Figure 61 : Vue aérienne du site de Nome Hard, en orange l'emprise du site (sur fond Géoportail, ©IGN [3])	108

Figure 62 : Situation des travaux miniers du site de Nome Hard sur plan cadastral (source Areva Mines [2])	110
Figure 63 : Réseau hydrographique de surface à proximité de l'ancien site minier de Nome Hard (les flèches bleues indiquent le sens des écoulements connus) (sur fond Géoportail, ©IGN [3])	111
Figure 64 : Photographies du site de Nome Hard (localisation des clichés sur plan cadastral [2], photographies ©IRSN)	112
Figure 65 : Résultats des mesures radiométriques réalisées par l'IRSN sur le site et dans l'environnement proche de Nome Hard (sur plan cadastral [2]).	113
Figure 66 : Localisation des points de prélèvements d'eau et de sédiment effectués par l'IRSN et Areva Mines [2] sur le site de Nome Hard et dans son environnement proche (sur fond Géoportail, ©IGN [3])	114
Figure 67 : Photographies des points de prélèvements d'eau IRSN, A- Source en aval hydraulique des anciens travaux miniers de Nome Hard (Echantillon NOHA_SCE), et B- Aval des anciens travaux miniers de Nome Hard (Echantillon NOHA_B) (©IRSN)	115
Figure 68 : Photographie du point de prélèvement de sédiments IRSN au niveau du plan d'eau en aval des anciens travaux miniers de Nome Hard (échantillon NOHA_B_SED) (©IRSN).....	116

Liste des tableaux

Tableau 1 : Nature des travaux d'exploitation minière et tonnage d'uranium produit (d'après le BE [2])	18
Tableau 2 : Caractéristiques des sites et de leur environnement pris en compte par l'IRSN pour l'élaboration du programme prévisionnel de contrôle de second niveau (d'après le BE [2])	20
Tableau 3 : Résultats de la mesure de pH et des analyses radiologiques (uranium et radium 226) effectuées par l'IRSN sur la fraction totale de l'eau prélevée dans la rivière Le Léguer en aval des trois sites miniers	29
Tableau 4: Résultats de l'analyse des sédiments prélevés par l'IRSN dans l'environnement en aval total des sites miniers sur Le Léguer (échantillon LEG_B_SED)	30
Tableau 5 : Résultats des mesures physico-chimiques in situ réalisées au niveau des points de prélèvement d'eau et de sédiments hors influence des sites miniers de Côtes d'Armor	49
Tableau 6 : Résultats des analyses radiologiques (uranium et radium 226) effectuées par l'IRSN sur la fraction totale des eaux prélevées hors influence des sites miniers de Côtes d'Armor.....	50
Tableau 7: Résultats des analyses réalisées par l'IRSN sur les sédiments prélevés hors influence des sites miniers de Côtes d'Armor.....	50
Tableau 8 : Résultats des mesures radiométriques effectuées par Areva Mines en 2012 sur le site de Locmaria [2]	57
Tableau 9: Résultats des mesures physico-chimiques et des analyses radiologiques (uranium 238 dissous et radium 226 dissous) effectuées par Areva Mines sur l'échantillon LOC RUB [2]	59
Tableau 10 : Résultats des mesures de pH et de conductivité électrique et des analyses radiologiques (uranium et radium 226) effectuées par l'IRSN sur la fraction totale des eaux prélevées dans le ruisseau affluent du Léguer en champ proche du site de Locmaria	60
Tableau 11 : Résultats de l'analyse des sédiments prélevés par l'IRSN dans l'environnement proche du site de Locmaria (échantillon LOC_B_SED).....	61
Tableau 12 : Résultats des mesures radiométriques effectuées par Areva Mines en 2012 sur le site de Coz ty Tano [2].....	67
Tableau 13 : Résultats des mesures de pH et de conductivité électrique et des analyses radiologiques (uranium et radium 226) effectuées par l'IRSN sur la fraction totale des eaux prélevées en champ proche du site de Coz ty Tano.....	69
Tableau 14 : Résultats des mesures radiométriques effectuées par Areva Mines en 2012 sur le site de Traou Ru [2]	76
Tableau 15 : Résultats des mesures physico-chimiques et des analyses radiologiques (uranium 238 dissous et radium 226 dissous) effectuées par Areva Mines sur l'échantillon TRA RUB	78
Tableau 16 : Résultats des mesures de pH, de conductivité électrique et des analyses radiologiques (uranium et radium 226) sur les fractions totales des eaux prélevées en champ proche et dans l'eau provenant de la buse du site de Traou Ru.....	79
Tableau 17 : Résultats des mesures de pH, de conductivité électrique et des analyses radiologiques (uranium et radium 226) sur les fractions dissoutes et particulaires de l'eau provenant de la buse du site de Traou Ru	79
Tableau 18 : Résultats de l'analyse des sédiments prélevés par l'IRSN en environnement proche du site de Traou Ru au point TRA_B_SED	80

Tableau 19 : Résultats des analyses de sols de la zone humide et de la mare prélevés par l'IRSN sur le site de Traou Ru (échantillons TRA_BU_SOL, TRA_BU_SOL_B et TRA_MARE_SOL).....	82
Tableau 20 : Résultats des mesures d'arsenic réalisées dans les eaux, les sédiments et les sols dans l'environnement du site de Traou Ru	83
Tableau 21 : Résultats des mesures radiométriques effectuées par Areva Mines en 2012 sur le site de Kerlogoden [2].....	91
Tableau 22 : Résultats des mesures physico-chimiques et des analyses radiologiques (uranium 238 dissous et radium 226 dissous) effectuées par Areva Mines sur les échantillons KLG RUB [2]	93
Tableau 23 : Résultats des mesures de pH et de conductivité électrique et des analyses radiologiques (uranium et radium 226) effectuées par l'IRSN sur la fraction totale, de l'eau prélevée en champ proche du site de Kerlogoden	94
Tableau 24 : Résultats de l'analyse des sédiments prélevés par l'IRSN en environnement proche du site de Kerlogoden (échantillon KER_B_SED).....	95
Tableau 25 : Résultats des mesures radiométriques effectuées par Areva Mines en 2012 sur le site de Rosmeur [2].....	102
Tableau 26 : Résultats des mesures physico-chimiques et des analyses radiologiques (uranium 238 dissous et radium 226 dissous) effectuées par Areva Mines sur l'échantillon RSM EXH [2].....	104
Tableau 27: Résultats des mesures de pH et de conductivité électrique et des analyses radiologiques (uranium et radium 226) effectuées par l'IRSN sur la fraction totale des eaux prélevées en champ proche du site de Rosmeur.....	105
Tableau 28: Résultats des mesures de pH et de conductivité électrique et des analyses radiologiques (uranium et radium 226) effectuées par l'IRSN sur les fractions dissoutes et particulaires de l'eau s'écoulant de la galerie du site de Rosmeur	105
Tableau 29 : Résultats des mesures radiométriques effectuées par Areva Mines en 2012 sur le site de Nome Hard [2].....	113
Tableau 30 : Résultats des mesures physico-chimiques et des analyses radiologiques (uranium 238 dissous et radium 226 dissous) effectuées par Areva Mines sur l'échantillon NOM SCE [2]	114
Tableau 31 : Résultats des mesures de pH et de conductivité électrique et des analyses radiologiques (uranium et radium 226) effectuées par l'IRSN sur la fraction totale des eaux prélevées en champ proche du site de Nome Hard	115
Tableau 32 : Résultats de l'analyse des sédiments prélevés par l'IRSN en environnement proche du site de Nome Hard (échantillon NOHA_B_SED)	116

Liste des Annexes :

Annexe 1: Synthèse des résultats de mesures <i>in situ</i> réalisées par l'IRSN au niveau des points de prélèvement	43
Annexe 2: Résultats des mesures physico-chimiques et des analyses radiologiques effectuées sur des échantillons hors influence minière - Caractérisation du bruit de fond local	46
Annexe 3: Fiche d'observations de terrain, de mesures radiométriques et d'analyses des prélèvements effectués sur les anciens sites miniers de Côtes d'Armor : Site de Locmaria	51
Annexe 4: Fiche d'observations de terrain, de mesures radiométriques et d'analyses des prélèvements effectués sur les anciens sites miniers de Côtes d'Armor: Site de Coz ty Tano	62
Annexe 5: Fiche d'observations de terrain, de mesures radiométriques et d'analyses des prélèvements effectués sur les anciens sites miniers de Côtes d'Armor : Site de Traou Ru.....	70
Annexe 6: Fiche d'observations de terrain, de mesures radiométriques et d'analyses des prélèvements effectués sur les anciens sites miniers du Côtes d'Armor : Site de Kerlogoden	85
Annexe 7: Fiche d'observations de terrain, de mesures radiométriques et d'analyses des prélèvements effectués sur les anciens sites miniers de Côtes d'Armor : Site de Rosmeur	96
Annexe 8: Fiche d'observations de terrain, de mesures radiométriques et d'analyses des prélèvements effectués sur les anciens sites miniers de Côtes d'Armor : Site de Nome Hard	107

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS DES CONTROLES DE SECOND NIVEAU

Depuis plusieurs années, le Ministère du Développement Durable a engagé, en lien avec les Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL), l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN), l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) et Areva Mines, une série d'initiatives destinées à vérifier les conditions de remise en état des anciens sites miniers d'uranium. Au nombre de ces initiatives figure notamment la mise en place du programme MIMAUSA¹ dont l'objectif est de constituer, de tenir à jour et de rendre publique une source d'information complète sur la localisation, l'historique et la situation administrative des sites concernés. En juillet 2009, le Ministère du Développement Durable et l'ASN ont défini un plan d'actions composé de quatre axes pour la gestion des anciennes mines [1] :

- (1) contrôler les anciens sites miniers d'uranium ;
- (2) améliorer la connaissance de leur impact environnemental et sanitaire et leur surveillance ;
- (3) gérer les stériles (mieux connaître leurs utilisations et réduire les impacts si nécessaire) ;
- (4) renforcer l'information et la concertation.

Ce plan d'actions prévoit notamment la réalisation par Areva Mines, pour chaque département concerné, de Bilans Environnementaux (BE) des anciens sites miniers d'uranium dont il est responsable.

Dans le cadre du programme MIMAUSA et en lien avec le plan d'actions, le Ministère du Développement Durable a demandé à l'IRSN de réaliser des contrôles dits de second niveau dont les objectifs sont de :

- conforter la fiabilité du contenu de la base de données MIMAUSA en confrontant les informations qui y figurent avec la réalité de terrain ;
- vérifier sur le terrain les résultats et les informations des BE produits par Areva Mines (mesures sur certains des points contrôlés par Areva Mines et sur des points complémentaires) ;
- faire connaître le programme MIMAUSA en établissant des contacts avec les acteurs locaux.

Conformément aux choix retenus par le Comité de Pilotage (COFIL) du programme MIMAUSA en 2010, les contrôles de second niveau n'ont pas vocation à couvrir de manière exhaustive tous les sites, mais reposent sur une démarche de vérification ciblée sur les sites les moins bien connus ou sur lesquels une visite de terrain apparaît utile pour vérifier certains aspects (anomalies, aménagements...). Selon cette logique, les sites de stockage de résidus, qui font généralement l'objet d'un suivi plus étroit de la part des directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) ne sont ainsi pas couverts de façon prioritaire.

En pratique, les missions de second niveau consistent à effectuer des constats visuels et à réaliser des mesures du débit de dose gamma sur les sites sélectionnés et à leurs abords, ainsi que des prélèvements et des analyses en laboratoire sur des échantillons d'eaux de surface et de solides (sols et sédiments) potentiellement impactés par l'exploitation minière. Les contrôles n'ont pas vocation à dupliquer de manière systématique les mesures effectuées par Areva Mines, ni à s'y substituer.

Le présent document décrit la méthode mise en œuvre (chapitre 2) ainsi que le matériel et les techniques de mesures utilisées (chapitre 3), fournit des informations générales sur les sites (chapitre 4) puis rapporte les

¹ MIMAUSA : Mémoire et Impact des Mines d'urAniUm : Synthèse et Archives. Ce programme, dont la mise en œuvre a été confiée à l'IRSN, est mené depuis 2003. Son comité de pilotage associe la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) du Ministère du Développement Durable, l'IRSN, Areva, l'ASN ainsi que les DREAL Auvergne et Limousin et le BRGM.

principales observations faites au cours des contrôles de second niveau réalisés par l'IRSN dans le département des Côtes d'Armor du 29 septembre au 1^{er} octobre 2015, ainsi que les enseignements tirés par l'IRSN en matière d'impact et de besoins éventuels de caractérisations complémentaires (chapitre 5). Des fiches descriptives de la situation de chaque site visité et les résultats des mesures réalisées dans le cadre de la mission sont fournies dans les annexes.

2 METHODE

Les contrôles de second niveau pour un département donné comprennent deux étapes essentielles. **La première étape consiste en une analyse des documents existants concernant les anciens sites miniers d'uranium du département** considéré et en une interprétation des données et des informations disponibles. Le but de cette étape est de sélectionner les sites pour lesquels des investigations de terrain apparaissent plus particulièrement nécessaires. **La seconde étape comprend la visite des sites sélectionnés** et l'interprétation des résultats des analyses effectuées et des observations de terrain.

Etape 1 : analyse des données disponibles.

Les sources de données sont essentiellement le Bilan Environnemental (BE) d'Areva Mines de février 2014 et ses annexes (cartes IGN, cadastres, fiches de site et photographies des sites) [2], les informations recensées dans la base de données MIMAUSA (mise à jour d'août 2013) [4] et le Géoportail [3].

Cette première étape a permis une mise à niveau des connaissances recensées dans la base de données MIMAUSA sur les sites considérés dans le Bilan Environnemental Bretagne et la mise à jour de données et d'informations de la version 2013 de cette base de données. Ces nouvelles informations ont été intégrées dans la nouvelle version de la base de données MIMAUSA mise en ligne en 2016 [4].

Sur la base des informations ainsi recueillies sur les sites et leur environnement, **une sélection des sites à visiter** a été effectuée à partir des critères suivants définis par l'IRSN en concertation avec les membres du COPIL MIMAUSA :

- **interrogations sur les usages sensibles actuels et/ou potentiels** : zone de loisirs, pêche... ;
- **existence d'anomalie(s) radioactive(s) et/ou interrogation sur le niveau de caractérisation du site à l'issue de la réalisation du BE par Areva Mines** : anomalies radiologiques dans les eaux et les solides (sols ou sédiments), anomalies radiométriques, besoin de caractérisation d'écoulements sur le site (comme par exemple les écoulements de pied de vers), de l'environnement en amont et en aval... ;
- **intrusion sur site avérée** : présence de traces d'intrusion (clôtures endommagées, traces de passage d'engins motorisés...) ;
- **réutilisation connue, suspectée ou potentielle de matériaux issus des anciennes activités minières** : exploitation de verses, utilisation de stériles pour la réfection et l'aménagement de chemins... ;
- **réaménagements récents sur site** : canalisations, chemins...

Le plan prévisionnel d'échantillonnage et de mesure, qui détaille le type d'échantillons et de mesures ainsi que leur localisation, a ensuite été établi par l'IRSN. Ce plan a été transmis à la DREAL Bretagne et à la division de Nantes de l'ASN, pour discussion, avant la mission de terrain. Des adaptations du plan initialement prévu ont été faites suite à des échanges avec les acteurs locaux ou au moment de la visite en raison de contraintes liées au

terrain (inaccessibilité, conditions météorologiques, absence d'eau...). En outre, à la demande des propriétaires de la maison proche des anciens travaux miniers de Kerlogoden, un prélèvement de l'eau du puits alimentant la maison d'habitation a été effectué par l'IRSN ; les résultats ont fait l'objet d'une information aux administrations et aux propriétaires.

Etape 2 : visites de terrain.

Un des objectifs des visites de terrain est d'effectuer des contrôles visuels, des mesures radiométriques (mesures de débit de dose) et des prélèvements d'eau, de sols (par exemple au niveau d'anomalies radiométriques significatives) et de sédiments (en particulier dans les plans d'eau situés en aval hydraulique des sites miniers), sur les sites considérés et aux alentours de ceux-ci.

Le second objectif des visites est d'établir des contacts locaux, notamment avec les maires des communes concernées par les anciens sites miniers d'uranium, afin de les informer sur le programme MIMAUSA. Dans le cadre de cette mission, l'association Sortir du Nucléaire-Trégor a été contactée et a participé aux investigations sur le terrain.

Les contrôles de second niveau dans le département des Côtes d'Armor ont fait l'objet d'une information préalable du Préfet par la MSNR. Par ailleurs, la division de Nantes de l'ASN, la DREAL Bretagne, Areva Mines et les membres du COPIL MIMAUSA ont également été informés, en amont de la mission, du programme et des dates retenues pour les visites de terrain de l'IRSN.

3 MATERIEL ET TECHNIQUES DE MESURES

La localisation des points de mesures et de prélèvements a été réalisée au moyen d'un GPS avec une précision planimétrique de 5 à 10 mètres.

Les mesures radiométriques (mesures des débits de dose) ont été réalisées à l'aide d'une sonde gamma et X très bas flux de type 6150 AD-b (SAPHYMO) couplée à un radiamètre 6150 AD5, à environ 50 cm du sol de manière systématique et au contact, à chaque fois que jugé pertinent. La gamme de mesure de cette sonde est comprise entre 5 nSv.h⁻¹ et 100 000 nSv.h⁻¹ avec une gamme d'énergie de 23 KeV à 7 MeV. Ce balayage radiométrique a généralement permis de localiser rapidement les zones ayant fait l'objet d'une exploitation ou potentiellement impactées par la réutilisation de matériaux radioactifs issus de l'ancienne mine.

Les échantillons d'eaux prélevés ont fait l'objet de mesures *in situ* au moyen d'une sonde Horiba multi-paramètres U-54G. Les paramètres mesurés sont le pH (à l'aide d'une électrode en verre), de température (à l'aide d'un capteur de température de platine), de conductivité (à partir de quatre électrodes) et de turbidité (par méthode LED et diffraction à 90 °C pour une gamme de 0-1000 NTU). Des mesures d'alcalinité ont également été réalisées à l'aide du kit de test de modèle AL-AP, de marque HACH dont la gamme de validité se situe entre 5 et 400 mg CaCO₃.L⁻¹.

Les analyses en radium 226 des échantillons d'eaux, sur la fraction dissoute, particulière et totale, ont été effectuées par émanométrie du radon (Norme NF M60-803). Il est à noter qu'une incertitude intrinsèque relativement importante est associée à l'analyse de la concentration en radium 226 sur la fraction particulière ; cette incertitude est due au prélèvement et à la méthode de filtration de l'eau réalisée *in situ*. Les analyses en

uranium pondéral des échantillons d'eaux, sur la fraction totale, dissoute et particulière, ont été réalisées par ICP-MS (Norme ISO 17294-2, 2003).

Les échantillons de solides (sédiments et sols) ont fait l'objet d'un séchage à l'étuve à 105°C suivi d'un tamisage à 2 mm (Norme NF M60-790-6). La totalité de l'échantillon de granulométrie inférieure à 2 mm a été broyée ; une aliquote a ensuite été placée en géométrie 60 mL pour analyse par spectrométrie gamma équipée d'un détecteur coaxial de type N Germanium.

L'ensemble de ces analyses a été réalisé par un laboratoire de l'IRSN.

4 ENSEIGNEMENTS TIRES DE L'ANALYSE DOCUMENTAIRE (ETAPE 1)

4.1 INFORMATIONS GENERALES SUR LES SITES

- Nom et localisation des sites

Les anciens sites miniers de Côtes d'Armor sont au nombre de onze : Clos Mechain, Coz ty Tano, Kergornec, Kerlogoden, Locmaria, Nome Hard, Plessis d'en Haut, Port Martin, Rosmeur, Traou Ru et Trégarantec [2]. Ils sont répartis sur l'ensemble du département (Figure 1). Parmi ces sites, ceux de Trégarantec, Port Martin et Kergornec (représentés par un astérisque sur la Figure 1) sont des sites dits « orphelins », c'est-à-dire que la gestion de ces sites revient à l'état en raison de l'absence ou de la défaillance d'une entité responsable.

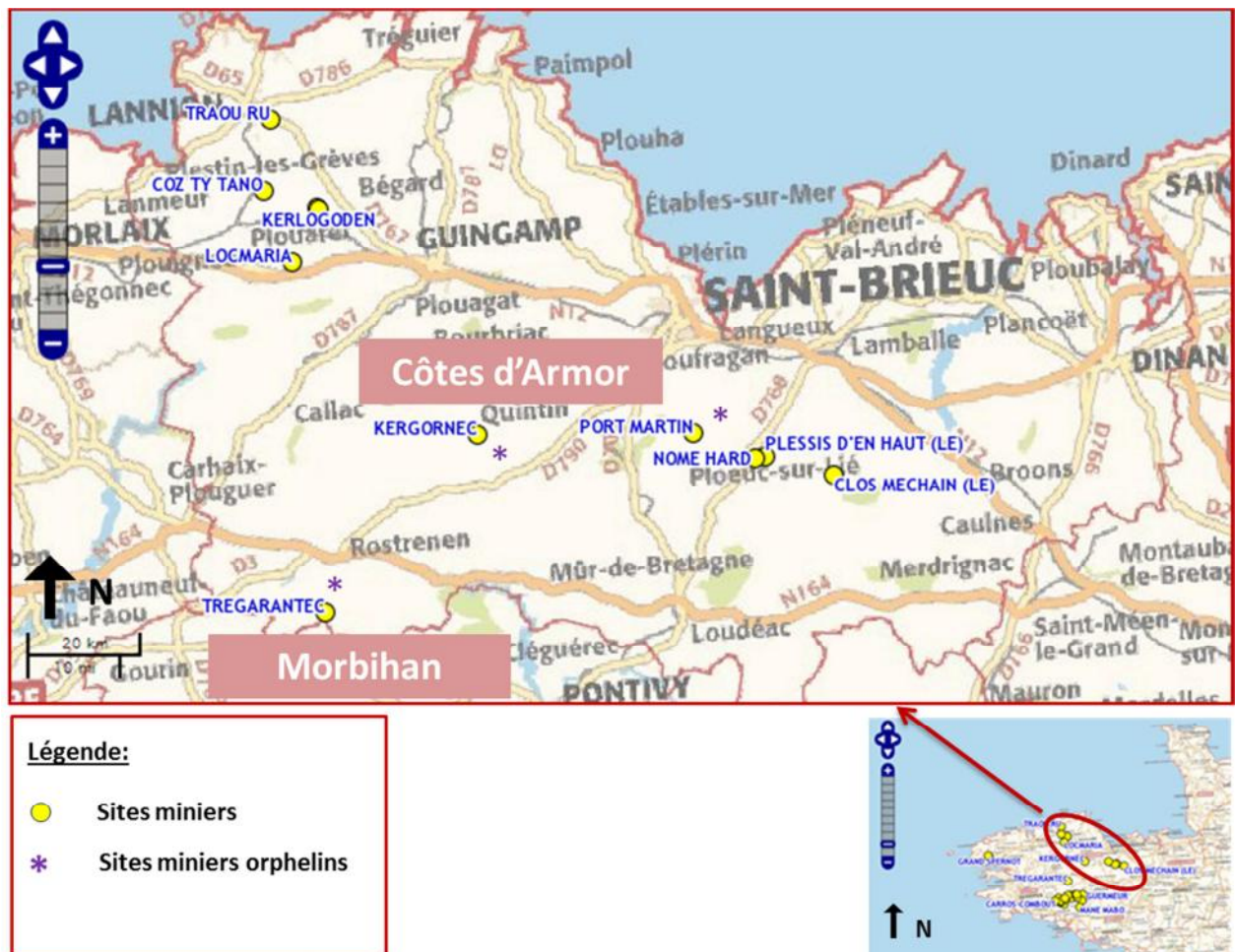


Figure 1 : Cartes de localisation des anciens sites miniers de Côtes d'Armor issues de la base de données MIMAUSA [4] (fond de carte Géoportail, ©IGN [3])

- Bassins versants associés aux sites

Les anciens sites miniers de Côtes d'Armor sont répartis sur six bassins versants :

- celui de la rivière Le Léguer (sites de Locmaria, Coz ty Tano et Traou Ru) (Figure 2) ;
- celui de la rivière Le Guindy (sites de Kerlogoden et Rosmeur) (Figure 2) ;
- celui de la rivière l'Évron (sites de Nome Hard, Plessis d'En Haut et Port Martin) (Figure 3) ;
- celui de la rivière l'Arguenon (site du Clos Mechain) (Figure 3) ;
- celui de la rivière Le Sullon (site de Kergornec) (Figure 4) ;
- celui de la rivière Le Blavet (site de Trégarantec) (Figure 4).

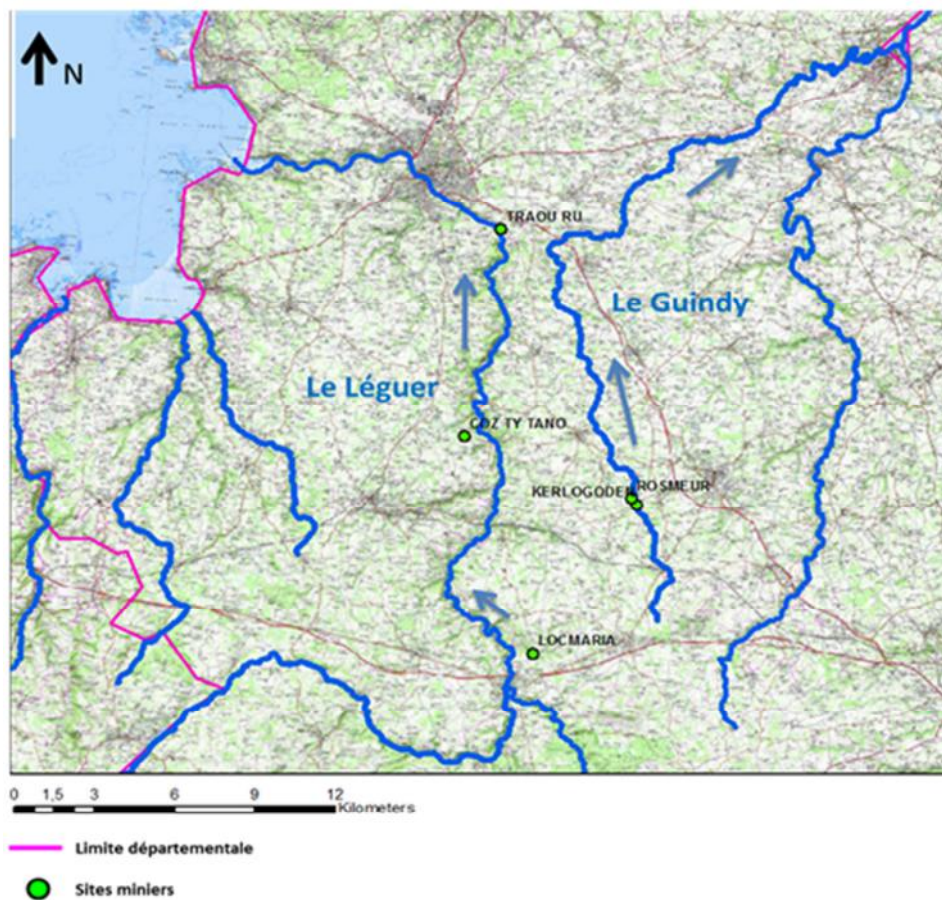


Figure 2 : Localisation des anciens sites miniers de Côtes d'Armor dans les bassins versants des rivières Le Léguer et Le Guindy (fond de carte scan 1/25000, ©IGN)

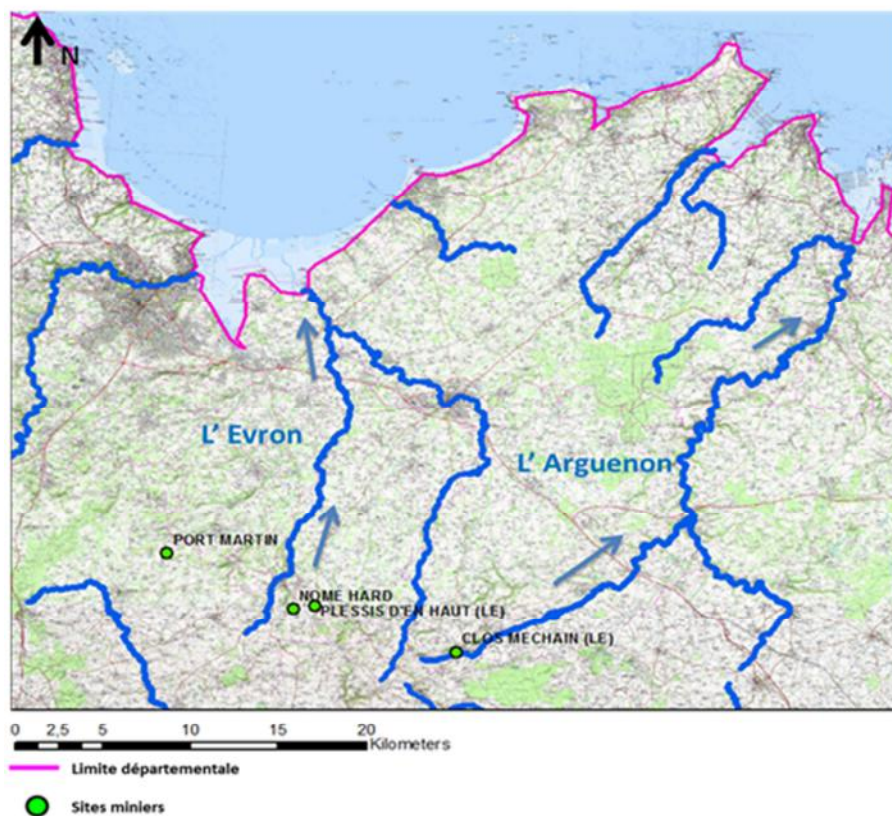


Figure 3 : Localisation des anciens sites miniers de Côtes d'Armor dans les bassins versants des rivières L'Evron et L'Arguenon (fond de carte scan 1/25000, ©IGN)

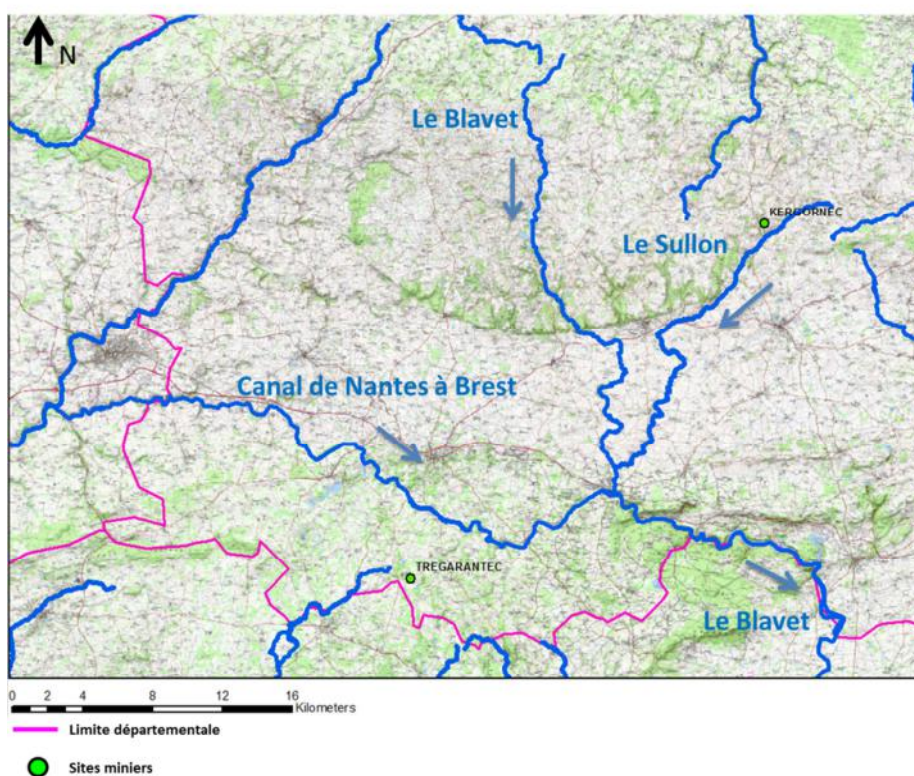


Figure 4 : Localisation des anciens sites miniers de Côtes d'Armor dans les bassins versants des rivières Le Sullon et Le Blavet (fond de carte scan 1/25000, ©IGN)

- Superficie des sites

Le BE Bretagne [2] ne précise pas la superficie des onze anciens sites miniers de Côtes d'Armor.

- Nature des travaux d'exploitation et productions associées

Le Tableau 1 présente le type d'exploitation minière (exclusivement des travaux de reconnaissance par petits chantiers (TRPC)) ainsi que le tonnage d'uranium produit sur les anciens sites miniers de Côtes d'Armor. Ces sites ont vu l'extraction de 1 349 tonnes de minerai d'uranium ; ils ont produit 4,232 tonnes d'uranium métal (Tableau 1, Figure 5, Figure 6) [2]. Les productions d'uranium proviennent essentiellement des sites de Port Martin et de Traou Ru. Parmi les onze sites, il y en a quatre (Clos Mechain, Kergornec, Nome Hard et Plessis d'en Haut) pour lesquels aucune information n'est disponible.

Seuls les sites de Clos Méchain et de Locmaria présentent des verses à stériles [2] [5].

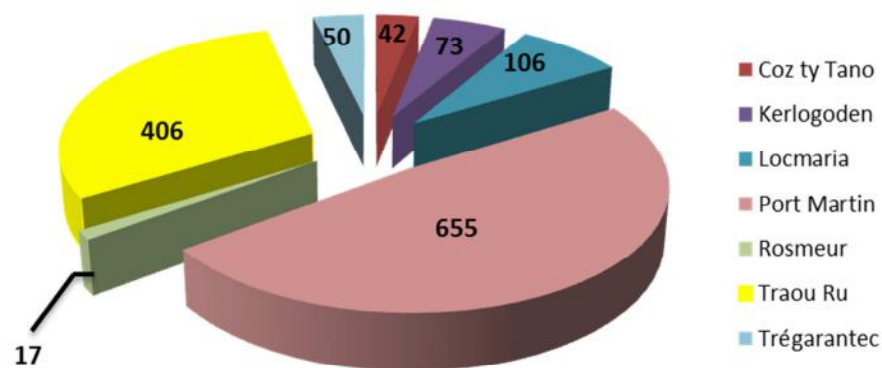


Figure 5: Tonnage de minerai d'uranium extrait sur les anciens sites miniers d'uranium de Côtes d'Armor (d'après BE Areva Mines [2])

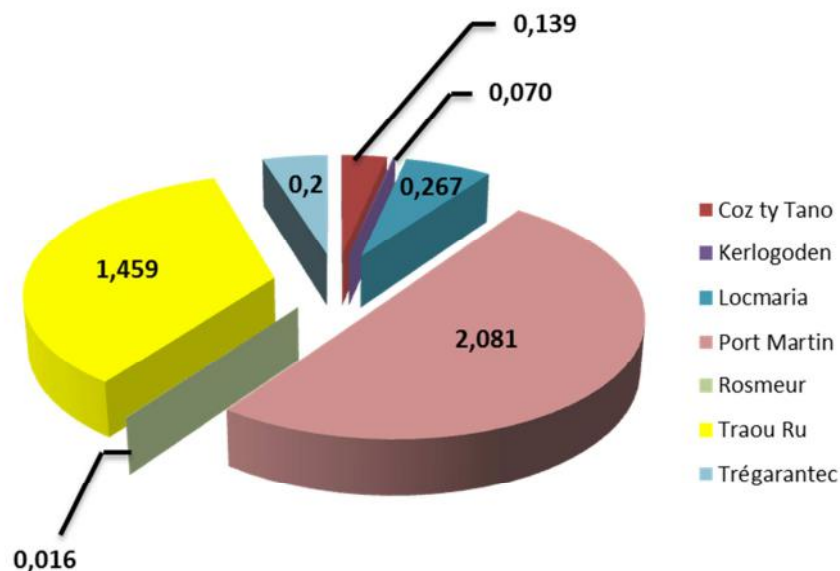


Figure 6 : Tonnage d'uranium métal extrait sur les anciens sites miniers d'uranium de Côtes d'Armor (d'après BE Areva Mines [2])

Tableau 1 : Nature des travaux d'exploitation minière et tonnage d'uranium produit (d'après le BE [2])

Sites miniers	Nature des travaux miniers	Tonnage de minerais (t)	Teneur (‰)	Tonnage U métal (t)
Clos Mechain	TRPC			
Coz ty Tano	TRPC	42	3,3	0,1386
Kergornec	TRPC			
Kerlogoden	TRPC	72,5	0,96	0,00696
Locmaria	TRPC	105,5	2,53	0,267
Nome Hard	TRPC			
Plessis d'en Haut	TRPC			
Port Martin	TRPC	655	3,18	2,081
Rosmeur	TRPC	16,5	0,97	0,0016
Traou Ru	TRPC	405,5	3,60	1,459
Trégarantec	TRPC	50	4	0,2

Sur fond orange : les informations ne sont pas disponibles dans le BE d'Areva Mines

- **Informations concernant le traitement des eaux**

Aucun site du département des Côtes d'Armor ne dispose d'une station de traitement des eaux en fonctionnement [2].

- **Informations concernant la surveillance des sites**

Les anciens sites miniers des Côtes d'Armor ne sont pas concernés par une surveillance réglementaire. Cependant, dans le cadre de la réalisation du bilan environnemental [2], Areva Mines a procédé à des analyses ponctuelles en avril 2012 dans l'environnement proche des sites miniers.

4.2 ELEMENTS RETENUS POUR LA SELECTION DES SITES A VISITER

Les sites orphelins de Kergornec, Port Martin et Trégarantec ont fait l'objet d'une visite par Gédérés et l'IRSN en juin 2015 à la demande de la Direction Générale de la Prévention des Risques afin d'établir un diagnostic de la situation radiologique, des aléas et des risques miniers (principalement mouvements de terrain et risques corporels) [6] [7]. Ces sites n'ont par conséquent pas été retenus dans le cadre de la mission de terrain MIMAUSA.

Pour ce qui concerne les autres sites, parmi les critères retenus pour établir le programme des contrôles (cf. critères définis au chapitre 2), certains sont apparus comme déterminants lors de l'analyse des données

disponibles à savoir : l'usage, les niveaux radiométriques (exposition externe) et/ou radiologiques (radioactivité des eaux, des solides) ou la combinaison des deux. Ainsi, les sites avec un usage potentiellement sensible (présence d'habitation, de locaux d'entreprise etc...) ou permettant l'accès aux travaux miniers (galerie ouverte) ont été sélectionnés.

Le Tableau 2 présente la synthèse des éléments ayant permis d'élaborer le programme de contrôle de second niveau sur et au voisinage des sites des Côtes d'Armor.

Tableau 2 : Caractéristiques des sites et de leur environnement pris en compte par l'IRSN pour l'élaboration du programme prévisionnel de contrôle de second niveau (d'après le BE [2])

Sites miniers	Écoulement du site (vecteur eau), teneurs en uranium et ou en radium 226 dans les eaux mesurées par Areva Mines	Niveaux radiométriques mesurés par Areva Mines (nSv/h)	Usages	Contrôles envisagés
Coz ty Tano	Aucun prélèvement d'eau car aucun écoulement	Bruit de fond : 100 nSv/h Sur Site : 200-220 nSv/h	Champs servant de pâturages pour poneys.	Effectuer des mesures radiométriques, préciser l'usage et l'accès au site, réaliser des prélèvements d'eau en amont et en aval du site.
Kerlogoden	Eau de surface : KGN RUB (eau en aval hydraulique du site), ²³⁸ U : < 1 µg/L et ²²⁶ Ra : 20 mBq/L	Bruit de fond : 110 nSv/h Dans la tranchée : 400-510 nSv/h	Tranchée ouverte utilisée comme zone de dépôt sauvage (dépôts terreux, planches, souches et branchages) dans un bois.	Effectuer des mesures radiométriques, préciser l'usage et l'accès au site, réaliser des prélèvements d'eau en amont et en aval du site.
Locmaria	Eau de surface : LOC RUB (eau en aval hydraulique du site), ²³⁸ U : < 1 µg/L et ²²⁶ Ra : 40 mBq/L	Bruit de fond : 150 nSv/h Plateforme en stériles : 750-850 nSv/h Entrée de descenderie : 3800-4100 nSv/h	Site minier en pleine forêt, pas d'usage particulier excepté une fréquentation possible par des chiroptérologues et des minéralogistes.	Effectuer des mesures radiométriques, préciser l'usage et l'accès au site, réaliser des prélèvements d'eau en amont et en aval du site.
Nome Hard	Eau de surface : NOM SCE (eau de source en aval hydraulique du site), ²³⁸ U : 1,3 µg/L et ²²⁶ Ra : 40 mBq/L	Bruit de fond : 150 nSv/h Ancien puits : 280-320 nSv/h	Champ servant de pâturages pour poneys. Maison d'habitation jouxtant les anciens travaux miniers.	Effectuer des mesures radiométriques, préciser l'usage et l'accès au site, réaliser des prélèvements d'eau en amont et en aval du site et de sédiments en aval du site.
Rosmeur	Eau de surface : RSM EXH (eau à l'entrée de la galerie), ²³⁸ U : 3,1 µg/L et ²²⁶ Ra : 270 mBq/L	Bruit de fond : 150 nSv/h Plateforme au niveau de l'entrée de la galerie : 1100-2400 nSv/h	Site minier en pleine forêt, pas d'usage particulier excepté une fréquentation possible par des chiroptérologues du groupe mammalogique breton.	Effectuer des mesures radiométriques, préciser l'usage et l'accès au site, réaliser des prélèvements d'eau et de sédiments en amont et en aval du site.
Traou Ru	Eau de surface : TRA RUB (eau en aval hydraulique du site à la sortie de la buse), ²³⁸ U : < 1 µg/L et ²²⁶ Ra : 770 mBq/L	Bruit de fond : 100 nSv/h Zone entreposage : 340-400 nSv/h Limite parcelle aval du puits : 500-780 nSv/h	Champ de culture de maïs.	Effectuer des mesures radiométriques, préciser l'usage et l'accès au site, réaliser des prélèvements d'eau et de sédiments en amont et en aval du site. Prélever des sols en aval de la buse de Traou Ru.

Sur la base de l'ensemble des éléments mentionnés ci-dessus et dans le Tableau 2, le choix des sites à visiter dans le cadre des contrôles de second niveau s'est porté sur les 6 sites suivants : Coz ty Tano, Kerlogoden, Locmaria, Nome Hard, Rosmeur et Traou Ru. Par ailleurs, des prélèvements en champ éloigné des sites des Côtes d'Armor, à l'amont et l'aval total de plusieurs sites, ont également été réalisés afin de compléter et de vérifier les informations disponibles dans le BE [2].

5 ENSEIGNEMENTS TIRES DES VISITES DE TERRAIN (ETAPE 2)

Les résultats des contrôles de second niveau sont détaillés, pour chaque site visité, dans les annexes 3 à 8. Celles-ci fournissent également un descriptif de la nature des travaux réalisés sur les sites, que ce soit au cours de leur exploitation ou de leur réaménagement, et précisent la localisation géographique des sites et des principaux ouvrages miniers ainsi que le réseau hydrographique de surface correspondant. Les sous-chapitres suivants reprennent, de manière succincte, la situation des sites visités pour chaque bassin versant et les principales observations faites lors de la mission sur le terrain. Ils s'attachent à décrire la situation radiologique observée de chaque site et de son environnement et mentionnent les écarts mis en évidence par rapport au contenu du BE.

Pour l'évaluation des situations, des données représentatives de milieux dont les caractéristiques notamment géologiques sont similaires à celles des lieux de prélèvements et de mesure, mais situés hors champ d'influence de sites miniers d'uranium (bruit de fond), sont nécessaires. Les valeurs retenues pour caractériser le bruit de fond sont indiquées dans l'encadré ci-après.

Bruit de fond radiologique

Les débits de dose mesurés à environ 50 cm du sol, dans l'environnement naturel des sites de Côtes d'Armor visités, sont de l'ordre de 130 nSv.h^{-1} . Cette valeur est retenue dans le rapport comme la valeur référence pour l'évaluation du débit de dose.

Les concentrations en uranium et les activités en radium 226 généralement mesurées dans les eaux de surface, dans des contextes géologiques similaires à ceux de Côtes d'Armor et non affectées par l'exploitation minière, sont respectivement de l'ordre de $1 \mu\text{g.L}^{-1}$ et de quelques dizaines de mBq.L^{-1} [9] à [19].

Pour ce qui concerne les sédiments, l'ordre de grandeur des activités massiques considérées pour le bruit de fond était jusqu'à présent celui proposé dans la tierce expertise IRSN du bilan décennal environnemental d'Areva Mines pour ses sites de la Division Minière de la Cruzille en Haute-Vienne, à savoir $500 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$ pour chacun des radionucléides de la chaîne de l'uranium 238 [8]. Aujourd'hui, l'IRSN dispose de suffisamment de données issues des missions de terrain effectuées dans le cadre du programme MIMAUSA pour caractériser plus précisément le bruit de fond pour les sédiments à une valeur de 200 Bq.kg^{-1} .

Les résultats des prélèvements d'eau et de sédiments effectués en amont des sites miniers durant la mission de terrain sur le département des Côtes d'Armor sont cohérents avec les valeurs retenues de bruit de fond (cf. annexe 2).

Les résultats des mesures physico-chimiques *in situ* réalisées par l'IRSN sont synthétisés en annexe 1 pour l'ensemble des points de prélèvement.

A la demande de l'association Sortir du Nucléaire-Trégor, présente sur le terrain lors des contrôles de second niveau, l'IRSN a fait analyser la teneur en arsenic dans certains échantillons d'eau et de sédiments provenant du site de Traou Ru. Les résultats sont fournis à titre indicatif en annexe 5.

5.1 LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE LE LEGUER

5.1.1 SITUATION ACTUELLE DES ANCIENS SITES MINIERS ET IMPACT DE CEUX-CI SUR LES EAUX, SEDIMENTS ET SOLS EN CHAMP PROCHE

Les trois sites localisés dans le bassin versant de la rivière Le Léguer (Locmaria, Coz ty Tano et Traou Ru) ont fait l'objet de contrôles par l'IRSN lors de sa mission de terrain de 2015.

5.1.1.1 Site de Locmaria

Pour plus d'information, voir annexe 3.

- Descriptif du site et des usages

Le site de Locmaria est localisé au sud de la commune de Belle Isle en Terre sur des terrains privés. Les travaux miniers ont consisté en l'exploitation d'une tranchée de décapage et d'une descenderie creusée depuis cette tranchée [2]. La tranchée a été rebouchée avec des stériles à la fin de l'exploitation avant les années 60 et constitue une plateforme d'environ 1 m² (Figure 7). Dans son BE, Areva Mines propose la condamnation de l'accès à la galerie ; cette action n'avait pas encore été réalisée lors de la visite de l'IRSN en 2015.

Le site, situé en zone fortement boisée et escarpée, est difficile d'accès et peu fréquenté. Cependant, le maire de la commune a confirmé la présence de chauves-souris et par conséquent une fréquentation du site par des chiroptérologues. Des minéralogistes et des promeneurs susceptibles de ramasser des champignons en saison sont également présents occasionnellement sur le site.

Lors de sa visite, l'IRSN a constaté la présence de blocs rocheux issus de l'effondrement des parements devant l'entrée de la galerie. Celle-ci est facilement accessible sur environ un mètre.

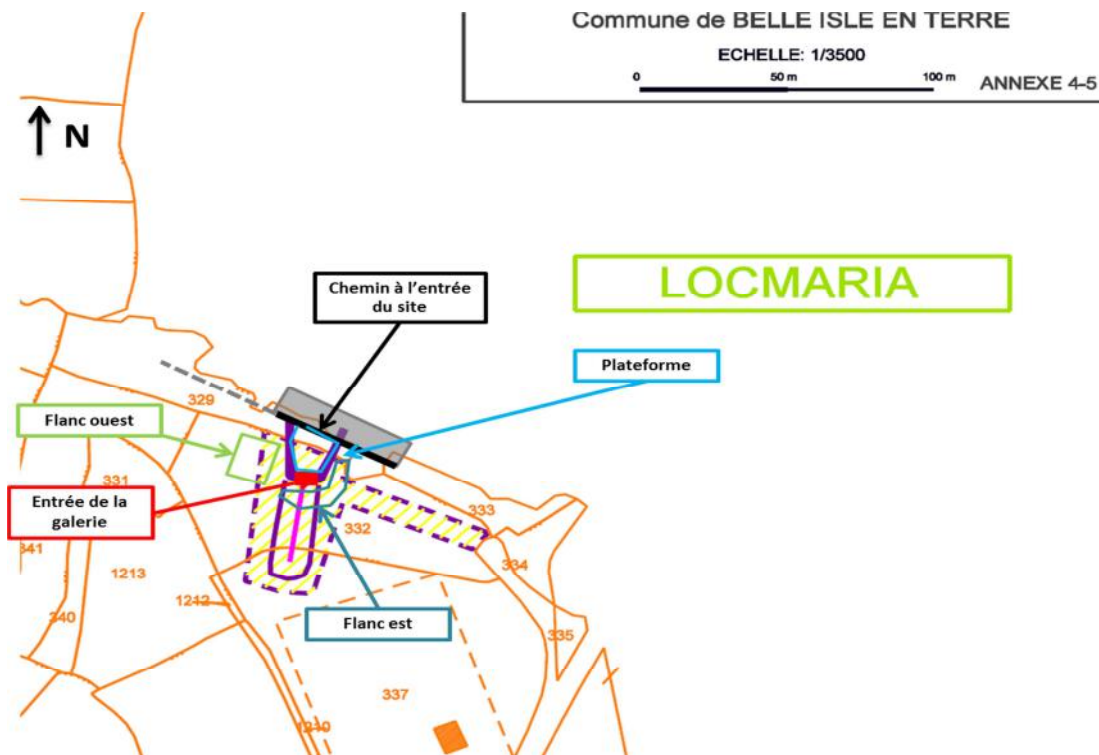


Figure 7 : Travaux miniers du site de Locmaria sur plan cadastral (d'après [2])

- **Observations concernant les situations radiométrique et radiologique du site**

Radiométrie

Les débits de dose mesurés par l'IRSN sur les flancs est et ouest du site minier sont de l'ordre de deux à sept fois le bruit de fond naturel. Au niveau du chemin permettant l'accès au site, ils atteignent ponctuellement treize fois le bruit de fond naturel. Le débit de dose mesuré à l'intérieur de l'entrée de la descenderie est de 12 000 à 15 000 nSv/h. Ces valeurs sont supérieures à celles mesurées par Areva Mines [2]. Ceci peut s'expliquer par le fait que l'IRSN a procédé à des mesures à l'intérieur de la galerie. Les débits de dose au niveau de la plateforme mesurés par l'IRSN varient de 500 à 1 300 nSv/h ce qui est cohérent avec les résultats des mesures rapportées par Areva Mines.

Eaux et sédiments

La Figure 8 présente les différents points de prélèvements d'eau et de sédiments effectués par Areva Mines et l'IRSN.

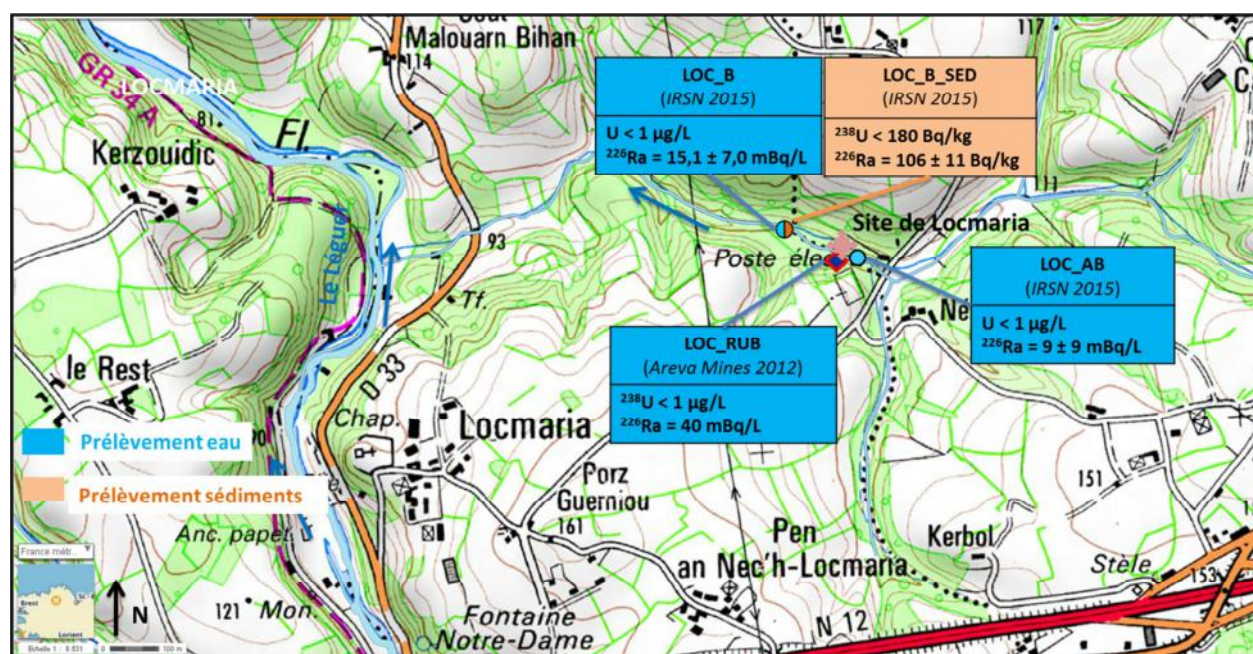


Figure 8 : Localisation des points de prélèvements (eaux et sédiments) sur le site de Locmaria et dans son environnement proche (sur fond Géoportail, ©IGN [3])

Les teneurs en uranium et les activités en radium 226 dans l'eau du ruisseau affluent du Légier mesurées par Areva Mines en 2012 et l'IRSN en 2015 en amont et en aval du site, ainsi qu'au droit de celui-ci, sont de l'ordre de grandeur du bruit de fond tout comme les activités massiques de l'²³⁸U et du ²²⁶Ra, mesurées dans un échantillon de sédiments prélevés en aval du site de Locmaria (annexe 2).

Ainsi, les mesures effectuées sur la rivière Le Légier ne mettent pas en évidence d'incidence du site sur ce cours d'eau aux points de prélèvement.

- **Observations concernant la compatibilité entre les situations radiométrique et radiologique et les usages actuels et proposition d'investigations complémentaires**

Compte tenu de l'usage observé du site (fréquentation épisodique par des chiroptérologues, des minéralogistes et des promeneurs susceptibles de ramasser des champignons en saison) et des difficultés d'accès liées à sa situation en zone fortement boisée, le risque actuel d'exposition prolongée de personnes est vraisemblablement limité. Néanmoins, la galerie, restée ouverte sur un mètre est suffisamment large pour permettre l'accès de personnes et

présente de forts débits de dose (12 000 à 15 000 nSv/h). La plateforme en stériles mise en place à l'entrée de la galerie présente également, très ponctuellement, des débits de dose significativement supérieurs au bruit de fond (500 à 1 300 nSv/h). Par conséquent, une estimation plus précise des temps de présence éventuelle de personnes au niveau de l'ancienne galerie permettrait d'évaluer de manière plus précise le risque d'exposition. L'IRSN considère que la condamnation de l'entrée de la galerie telle que proposée par Areva Mines dans son BE contribuerait à réduire les risques d'exposition des personnes accédant à ce site. L'IRSN considère en outre que les travaux d'obturation de la galerie proposés par Areva Mines constituent une opportunité pour améliorer la situation radiologique de la zone. A cet égard, l'IRSN considère que de manière générale, le retrait des matériaux responsables de débits de dose significativement supérieurs au bruit de fond sur une zone de faible étendue est à encourager dès lors que ce retrait est aisé. Dans le cas du site de Locmaria, une réflexion sur le retrait des matériaux à l'origine des forts débits de dose sur la plateforme et ponctuellement sur le chemin d'accès ainsi que sur les modalités de réduction des niveaux d'exposition externe au niveau des autres zones du site (flancs est et ouest) pourrait être engagée à l'occasion des travaux de condamnation de l'entrée de la galerie. Par ailleurs, l'IRSN attire l'attention sur le risque potentiel de chute de blocs rocheux voire d'effondrement du parement rocheux à proximité de la galerie et considère qu'il serait approprié de mettre en garde le public quant à ces risques par l'apposition, par exemple, d'une signalétique adaptée.

5.1.1.2 Site de Coz ty Tano

Pour plus d'information, voir annexe 4.

- Descriptif du site et des usages

Le site de Coz ty Tano est localisé au nord de la commune du Vieux Marché sur des terrains privés clôturés. Les travaux miniers ont consisté en l'exploitation de cinq tranchées et d'un puits [2]. Les tranchées et le puits ont été rebouchés et à ce jour, aucune trace de l'exploitation n'est visible. Le site est utilisé en tant que pâturage pour des poneys (Figure 9).

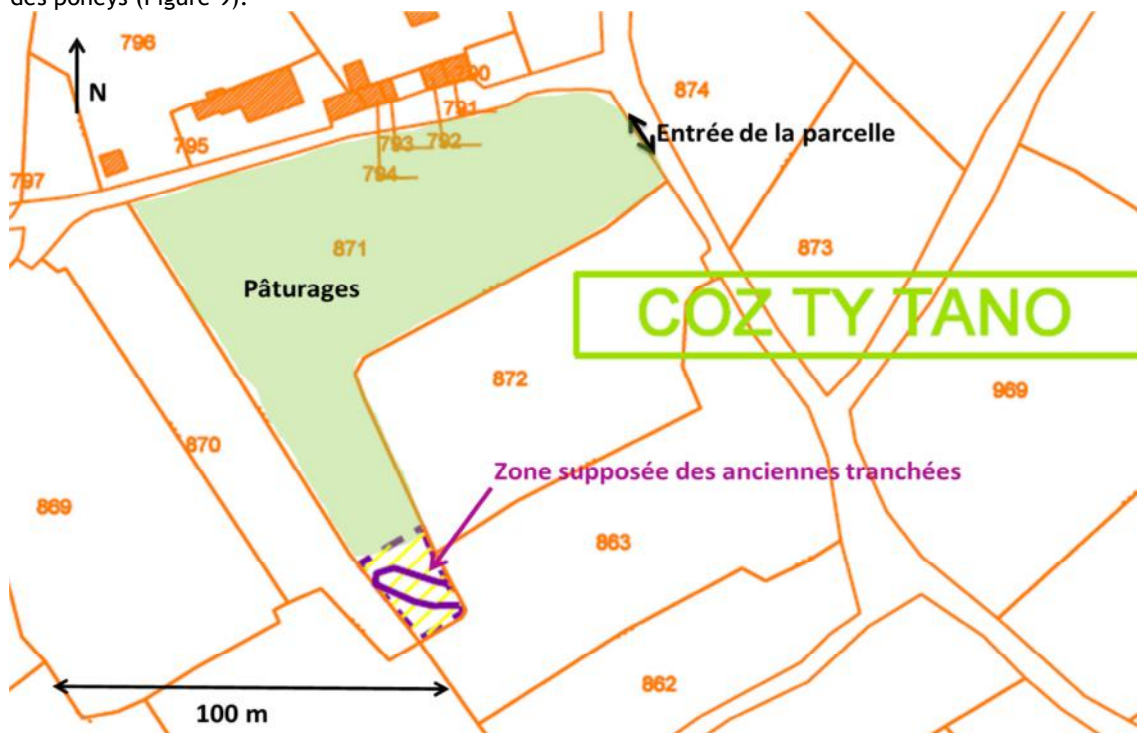


Figure 9 : Travaux miniers et usages du site de Coz ty Tano sur plan cadastral (d'après [2])

- Observations concernant les situations radiamétrique et radiologique du site

Radiamétrie

Les débits de dose mesurés par l'IRSN sont de l'ordre d'une à deux fois le bruit de fond naturel pour l'ensemble de la parcelle investiguée et ponctuellement entre deux à quatre fois le bruit de fond sur une zone qui correspond vraisemblablement au positionnement des anciennes tranchées. Ces valeurs sont cohérentes avec celles mesurées par Areva Mines en 2012 [2].

Eaux

Deux prélèvements d'eau ont été réalisés par l'IRSN dans la rivière le Léguer lors de sa visite de terrain en 2015 (Figure 10). Les résultats des analyses radiologiques des prélèvements ne mettent pas en évidence d'incidence du site sur ce cours d'eau aux points de prélèvement.

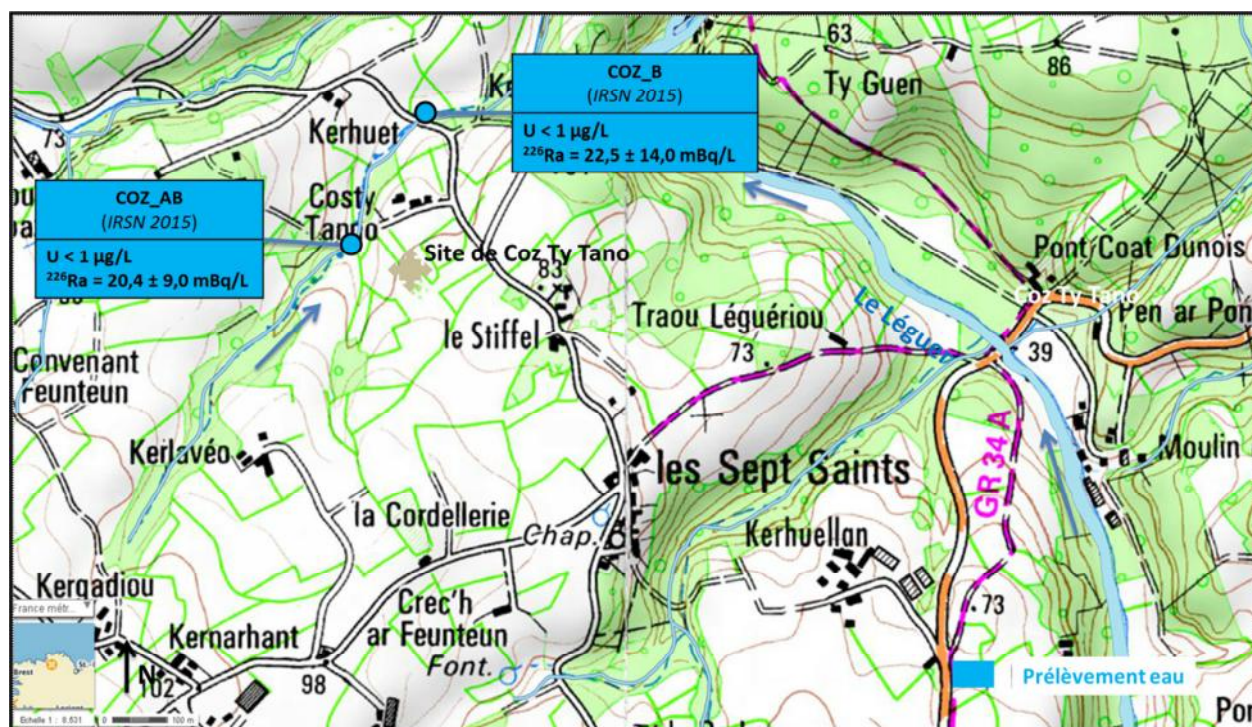


Figure 10 : Localisation des points de prélèvements d'eau de l'IRSN effectués dans l'environnement proche du site de Coz ty Tano (sur fond Géoportail, ©IGN [3])

- Observations concernant la compatibilité entre les situations radiamétrique et radiologique et les usages actuels et proposition d'investigations complémentaires

Compte tenu de l'usage observé du site (pré pour poneys) et des niveaux radiamétriques mesurés, le risque d'exposition prolongée de personnes est faible. Cependant, du fait de l'existence d'une zone de faible étendue présentant des débits de dose de l'ordre de deux à quatre fois le bruit de fond (300-460 nSv/h), il conviendrait de s'assurer que les changements d'usage qui pourraient intervenir à l'avenir, notamment en cas de construction, resteront compatibles avec la situation radiologique du site et n'induiront pas de risque significatif d'exposition prolongée de personnes. L'IRSN considère que de manière générale la construction d'habitation sur un ancien site minier est à éviter et que le retrait des matériaux responsables des débits de dose significativement supérieurs au bruit de fond sur une zone de faible étendue est à encourager dès lors que ce retrait est aisé. L'IRSN considère que compte tenu de l'usage du site et des débits de dose mesurés, la mise en œuvre d'actions de réduction des expositions pour la situation actuelle n'est pas nécessaire. Néanmoins, l'IRSN suggère d'engager des actions d'information auprès du propriétaire ainsi qu'auprès du maire de la commune en vue de la conservation de la

mémoire (inscription à l'urbanisme) pour prévenir tout usage futur incompatible avec la situation radiométrique du site.

5.1.1.3 Site de Traou Ru

Pour plus d'information, voir annexe 5.

- **Descriptif du site et des usages**

Le site de Traou Ru est localisé au sud-est de la commune de Lannion sur un terrain privé. Les travaux miniers ont consisté en l'exploitation d'une tranchée et en fond de fouille, d'un puits boisé en chêne qui desservait une galerie souterraine (Figure 11). Le puits a été rebouché avec des stériles en 1961.

Le site est utilisé à des fins agricoles (culture de maïs lors de la visite de l'IRSN en 2015). En aval et en contrebas des travaux miniers, dans une zone boisée très escarpée, au niveau de l'emplacement de la fontaine mentionné sur l'extrait de cadastre présenté dans le BE d'Areva Mines [2], l'IRSN a observé un creux pouvant être assimilé à une petite mare d'une surface inférieure à 1 m².

En contrebas du site, un chemin de grande randonnée (GR 34) longe la rivière Le Léguer. Un écoulement d'eau canalisé par une buse a été repéré près du Léguer en contrebas du GR 34. Il crée une zone humide riche en terres ferrugineuses en aval de la buse.

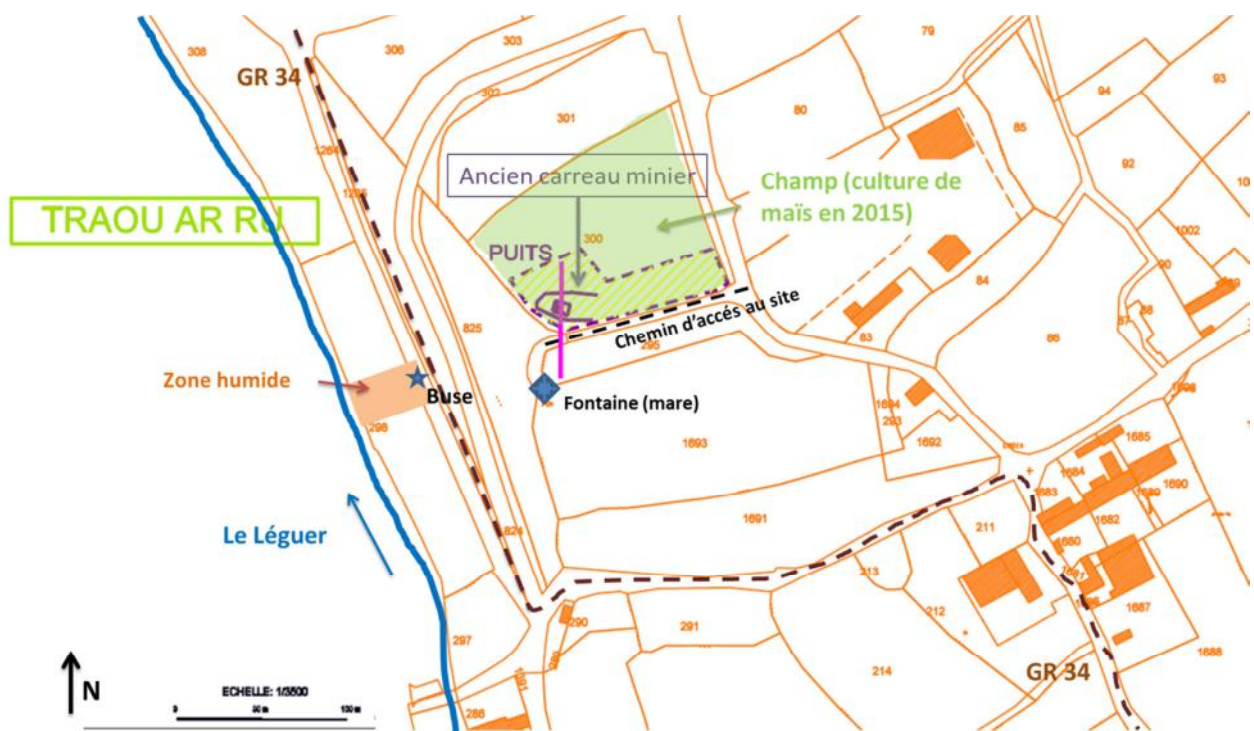


Figure 11 : Travaux miniers et usages du site de Traou Ru sur plan cadastral (d'après [2]). En rose, la galerie souterraine. L'emplacement du puits et de la tranchée est indicatif car non visibles depuis la surface.

- **Observations concernant les situations radiométrique et radiologique du site**

Radiométrie

Les débits de dose mesurés par l'IRSN en 2015 sont cohérents avec ceux mesurés par Areva Mines en 2012 [2]. Ils sont de l'ordre de deux à trois fois le bruit de fond pour l'ensemble de la parcelle concernée par les travaux miniers. Une zone d'environ 1 à 2 m² présente des débits de dose de l'ordre de cinq fois le bruit de fond ; cette zone se situe à l'emplacement du puits indiqué par Areva Mines dans son BE (Figure 11).

Le débit de dose mesuré au niveau de la zone humide en aval de la buse est de l'ordre de quatre fois le bruit de fond (300-580 nSv/h).

Eaux

Les deux échantillons d'eau prélevés par l'IRSN dans Le Léguer présentent des teneurs en uranium et des activités en radium 226 équivalentes à celles généralement observées dans les eaux de surface hors influence minière (Figure 12). Elles ne mettent pas en évidence d'incidence du site de Traou Ru sur la rivière Le Léguer aux points de prélèvement.

Le prélèvement d'eau en sortie de la buse réalisé par Areva Mines en 2012 (TRA_RUB) [2] et l'IRSN en 2015 (TRA_BU) conduit à des résultats cohérents : les teneurs en uranium sont équivalentes au bruit de fond, en revanche l'activité en radium 226 (> 700 mBq/L) est supérieure au bruit de fond de plus d'un facteur dix.

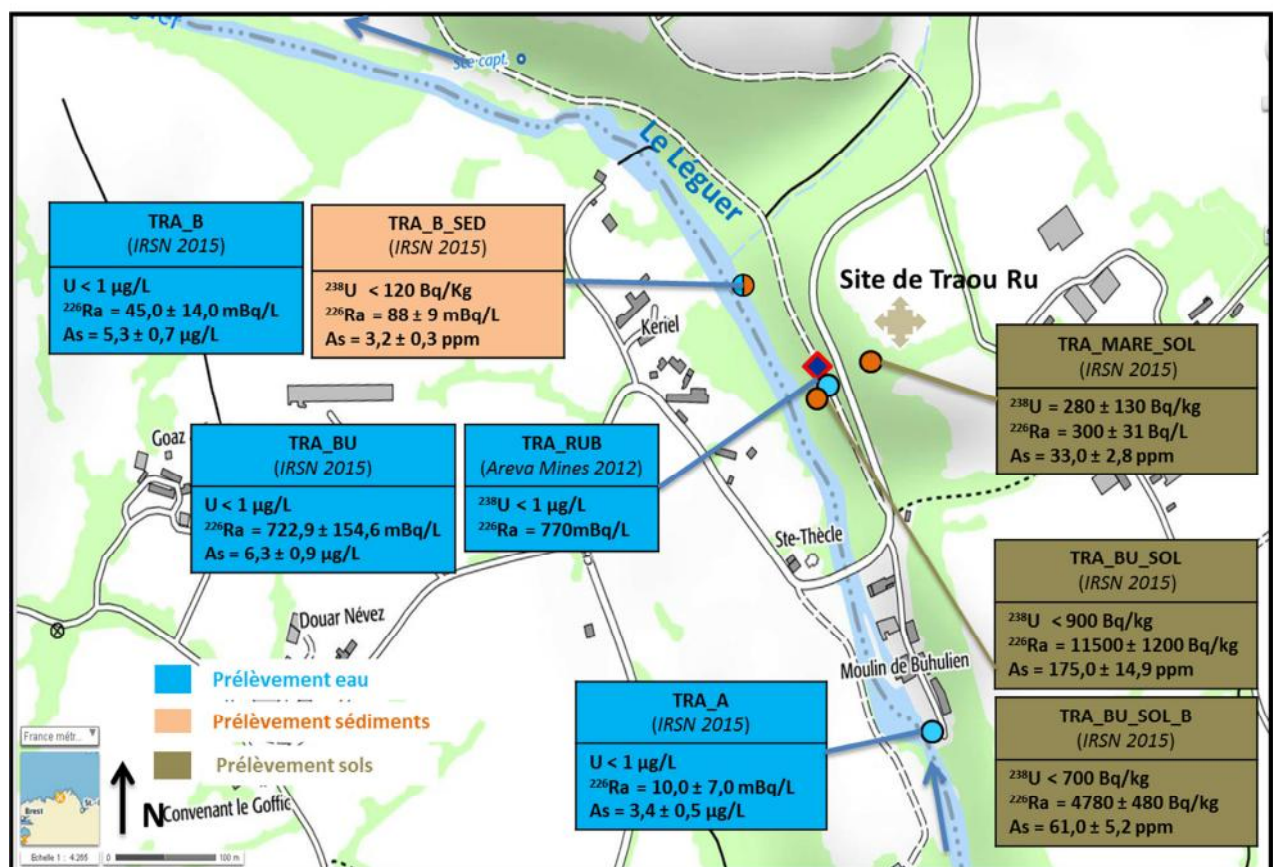


Figure 12 : Localisation des points de prélèvements d'eau, de sédiments et de sols effectués sur le site de Traou Ru et dans son environnement proche (sur fond Géoportail, ©IGN [3])

Sédiments et sols

L'IRSN a prélevé un échantillon de sédiment en aval du site minier dans Le Léguer (TRA_B_SED) (Figure 12). Les activités massiques en uranium 238 et en radium 226 de cet échantillon sont de l'ordre du bruit de fond et ne permettent pas de mettre en évidence un marquage lié au site.

L'IRSN a également prélevé deux échantillons de terre au niveau de la zone humide en aval de la buse (TRA_BU_SOL et TRA_BU_SOL_B) et un échantillon au niveau de la mare en aval des travaux miniers (TRA_MARE_SOL) (Figure 12). Les sols de la zone humide présentent un marquage de plus de vingt fois le bruit de

fond en radium 226, dont l'activité massique varie entre 4 780 Bq/kg et 11 500 Bq/kg. Les sols de la mare ne présentent pas de marquage significatif.

Mesures spécifiques réalisées à la demande de l'association Sortir du Nucléaire-Trégor

A la demande de l'association Sortir du Nucléaire-Trégor, l'IRSN a fait des analyses en arsenic dans des échantillons d'eau, de sédiments et de sols. Les résultats, fournis à titre indicatif, sont présentés au Tableau 20 de l'annexe 5. Ils indiquent que les eaux et les sédiments ne présentent pas de marquage significatif en arsenic aux points de prélèvement. En revanche, les terres et les sols prélevés au niveau de la mare et de la zone humide située en aval de la buse présentent des teneurs en arsenic supérieures aux valeurs définies par l'inventaire minier (annexe 5).

- **Observations concernant la compatibilité entre les situations radiométrique et radiologique et les usages actuels et proposition d'investigations complémentaires**

Compte tenu de l'usage agricole du site (culture de maïs) et des niveaux radiométriques mesurés, le risque d'exposition prolongée de personnes est vraisemblablement limité. Néanmoins, une estimation plus précise des temps de présence éventuelle de personnes sur la zone des anciens travaux (débits de dose pouvant aller jusqu'à cinq fois le bruit de fond ponctuellement), permettrait d'évaluer de manière plus précise le risque d'exposition. En outre, l'IRSN considère que de manière générale, le retrait des matériaux responsables de débits de dose significativement supérieurs au bruit de fond sur une zone de faible étendue est à encourager dès lors que ce retrait est aisé. Ainsi, pour le site de Traou Ru, la faisabilité du retrait des matériaux constituant la zone d'environ 1 à 2 m² située à l'emplacement du puits indiqué par Areva Mines ainsi que celle au niveau de la buse mériterait d'être étudiée. En tout état de cause, il conviendrait de s'assurer que les changements d'usage qui pourraient intervenir à l'avenir resteront compatibles avec la situation radiologique du site et n'induiront pas de risque significatif d'exposition prolongée de personnes. En outre, l'IRSN suggère d'engager des actions d'information auprès du propriétaire ainsi qu'auprès du maire de la commune en vue de la conservation de la mémoire (inscription à l'urbanisme) pour prévenir tout usage futur incompatible avec la situation radiométrique du site.

Compte tenu des marquages significatifs en radium 226 observés au niveau des terres de la zone humide ($4\,780 \pm 480$ à $11\,500 \pm 1\,200$ Bq/kg) et dans l'eau de la buse l'alimentant ($722,9 \pm 154,6$ mBq/L) et étant donné l'accessibilité de cette zone pour le public du fait notamment de la proximité d'un chemin de randonnée, il conviendrait de prévenir l'accès à la zone humide ainsi que l'usage de l'eau en sortie de buse. L'IRSN précise en outre que les marquages en arsenic des terres de la zone humide justifie également de limiter l'accès à cette zone. A cet égard, l'IRSN considère que la mise en place d'une signalétique adaptée permettrait de limiter l'accès à cette zone et par conséquent de réduire les risques d'exposition de personnes. En complément, l'IRSN considère qu'une connaissance approfondie du fonctionnement hydraulique des écoulements et du tracé exact de la canalisation débouchant sur cette buse sont déterminants avant d'identifier d'éventuelles dispositions visant à assainir cette zone. En effet, la situation qui consisterait à curer les sols de la zone humide n'apparaît pas comme une solution pérenne à ce stade de connaissance des écoulements. L'IRSN rappelle que, dans le cadre d'une inspection de 2014 [22], l'ASN a déjà fait une demande à Areva Mines visant à améliorer la connaissance du fonctionnement hydraulique des écoulements et le tracé de la canalisation.

Enfin, compte tenu de l'usage observé, le marquage en arsenic des terres au fond de la petite mare ne nécessite pas d'action particulière.

5.1.2 IMPACT DES ANCIENS SITES MINIERES SUR LA RIVIERE LE LEGUER EN CHAMP ELOIGNE

Un échantillon d'eau (LEG_B) et de sédiments (LEG_B_SED) ont été prélevés dans la rivière Le Léguer en aval des trois sites (Locmaria, Coz ty Tano et Traou Ru) en vue d'évaluer leur impact en champ éloigné (Figure 13).

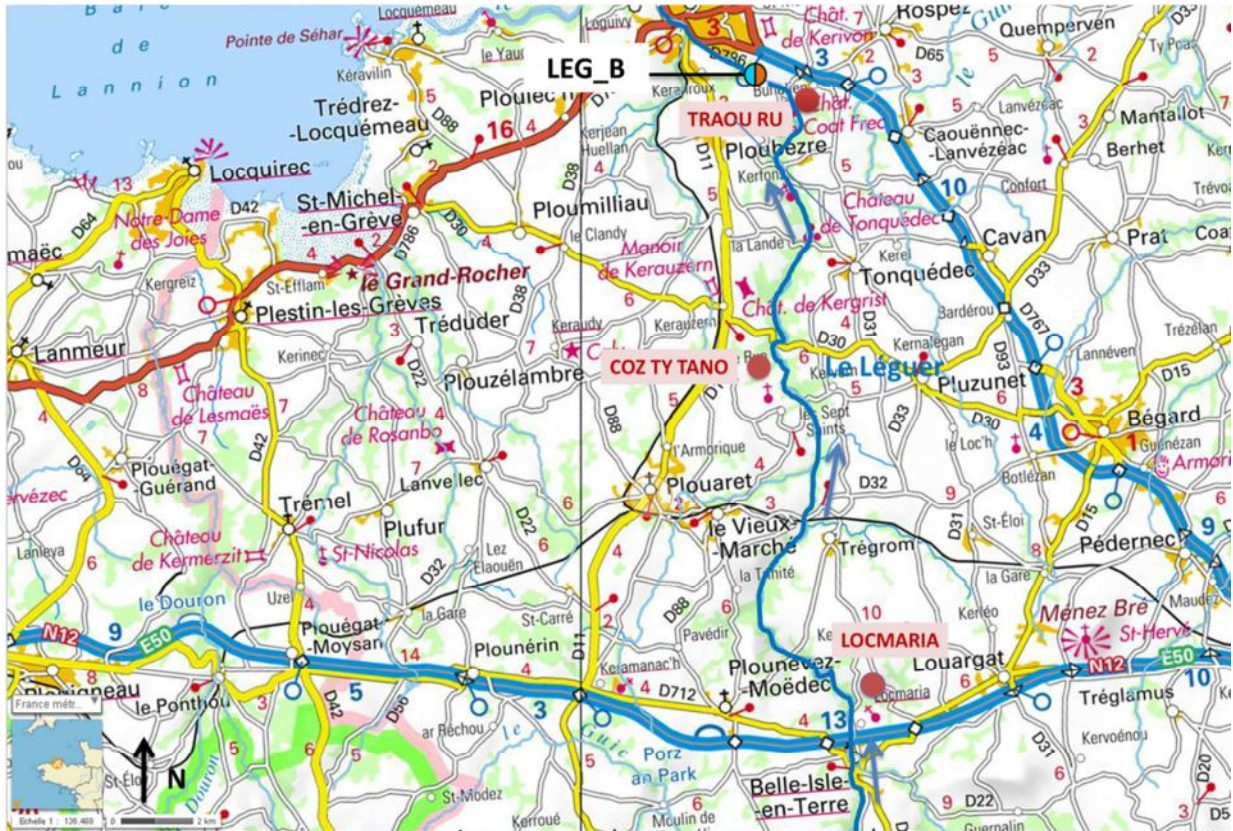


Figure 13 : Localisation du point de prélèvement d'eau et de sédiments effectués par l'IRSN dans la rivière Le Léguer en aval des trois sites miniers de Locmaria, Coz ty Tano et Traou Ru (sur fond de carte Géoportail, ©IGN [3])

Les résultats des analyses radiologiques de l'échantillon d'eau (Tableau 3) et de l'échantillon de sédiments (Tableau 4) montrent des concentrations en uranium et des activités en radium 226 équivalentes à celles généralement mesurées dans des eaux de surface et des sédiments hors influence minière et dans un contexte géologique similaire (annexe 2). Ces résultats ne mettent pas en évidence d'incidence des travaux miniers sur la rivière Le Léguer en champ éloigné des trois sites (Locmaria, Coz ty Tano et Traou Ru) au point de prélèvement.

Tableau 3 : Résultats de la mesure de pH et des analyses radiologiques (uranium et radium 226) effectuées par l'IRSN sur la fraction totale de l'eau prélevée dans la rivière Le Léguer en aval des trois sites miniers

Echantillon	Commentaires	pH	Conductivité [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	U dissous [$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$]	^{226}Ra dissous [$\text{mBq}\cdot\text{L}^{-1}$]
LEG_B	Rivière Le Léguer en aval total des sites miniers de Locmaria, Coz ty Tano et Traou Ru	6,8	232	<1	$13,6 \pm 9,0$

Tableau 4: Résultats de l'analyse des sédiments prélevés par l'IRSN dans l'environnement en aval total des sites miniers sur Le Léguer (échantillon LEG_B_SED)

Echantillon	Commentaires	Activité en [Bq. (kg m.s) ⁻¹]						
		^{234m} Pa	²¹⁴ Pb	²¹⁴ Bi	²¹⁰ Pb	²³⁵ U	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs
LEG_B_SED	Sédiments de la rivière Le Léguer, en aval total des sites miniers de Locmaria, Coz ty Tano et Traou Ru	< 140	74 ± 8	75 ± 10	70 ± 10	1,7 ± 0,7	680 ± 80	3,6 ± 0,6

5.2 LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE LE GUINDY

5.2.1 SITUATION ACTUELLE DES ANCIENS SITES MINIERES ET IMPACT DE CEUX-CI SUR LES EAUX, SEDIMENTS ET SOLS EN CHAMP PROCHE

Les deux sites localisés sur le bassin versant de la rivière Le Guindy (Kerlogoden et Rosmeur) ont fait l'objet de contrôles par l'IRSN lors de sa mission de terrain de 2015.

5.2.1.1 Site de Kerlogoden

Pour plus d'information, voir annexe 6.

- Descriptif du site et des usages

Le site de Kerlogoden est localisé au sud-ouest de la commune de Bégard sur un terrain privé. Les travaux miniers ont consisté en l'exploitation d'une tranchée [2]. La tranchée est encore visible aujourd'hui et est en partie comblée par des dépôts terreux, des souches et des branchages par le propriétaire. Le site, situé en zone boisée, est peu fréquenté (Figure 14).

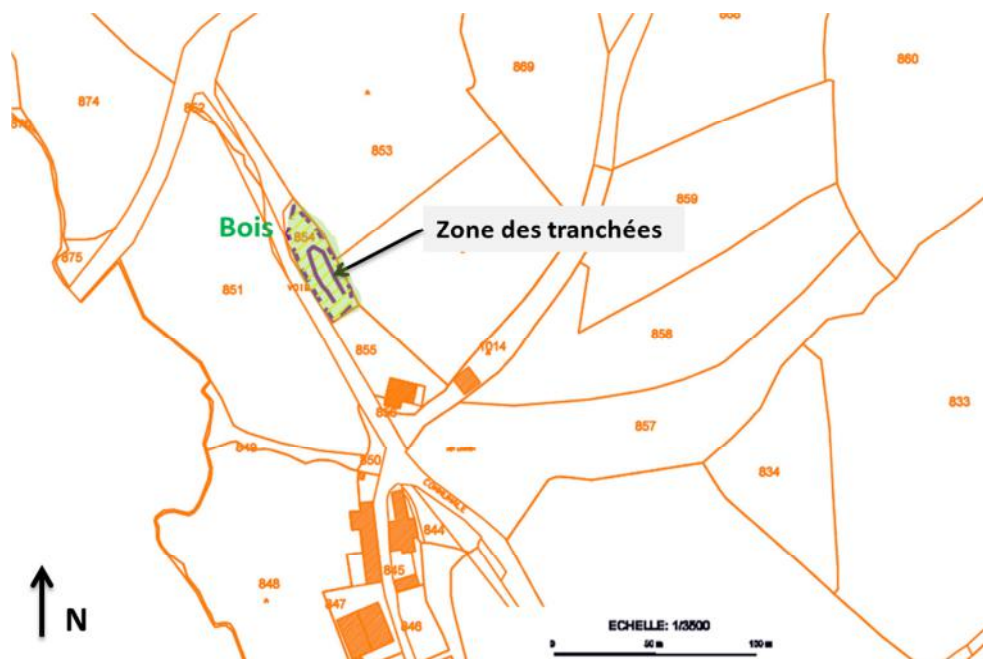


Figure 14 : Travaux miniers et usages du site de Kerlogoden sur plan cadastral (d'après [2])

- **Observations concernant les situations radiométrique et radiologique du site**

Radiamétrie

Les débits de dose mesurés par l'IRSN au niveau de la tranchée sont de l'ordre de un à quatre fois le bruit de fond naturel. Le reste de la parcelle investiguée présente une radiamétrie équivalente au bruit de fond. Ces valeurs sont cohérentes avec celles mesurées par Areva Mines en 2012 [2].

Eaux et sédiments

La Figure 15 présente les points de prélèvements d'eau et de sédiments réalisés par l'IRSN et par Areva Mines.

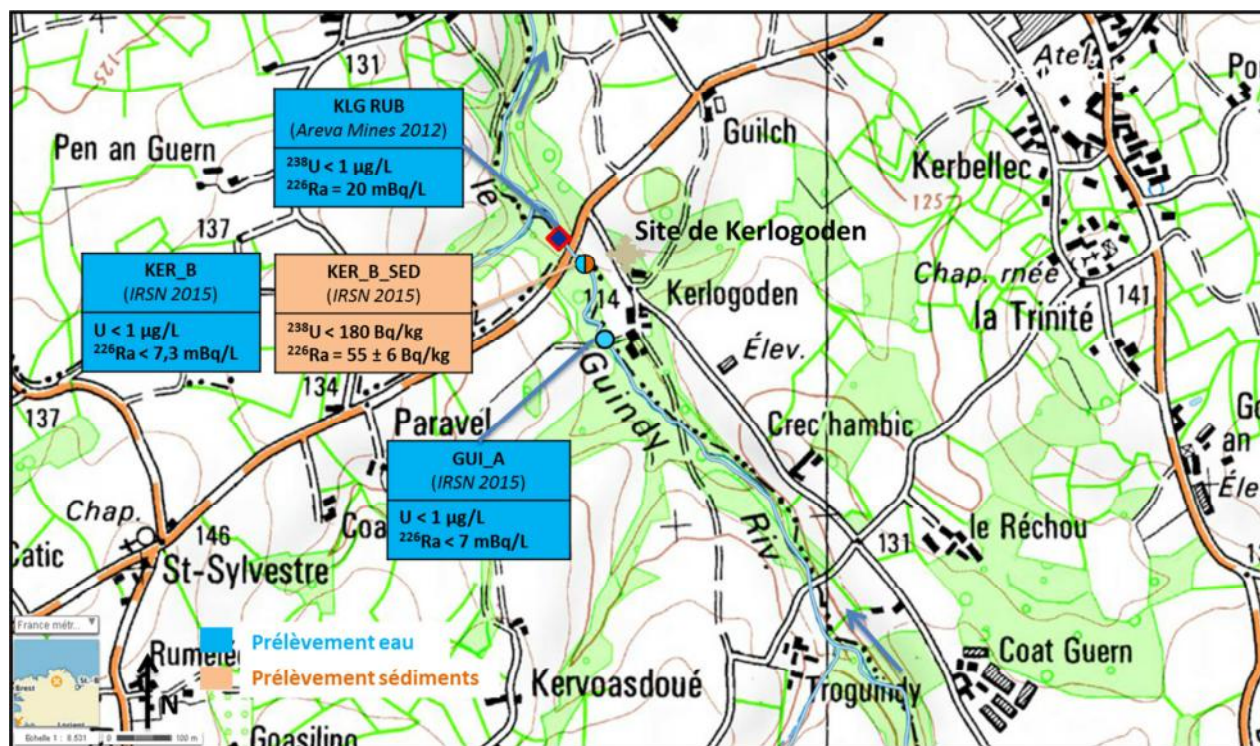


Figure 15 : Localisation des points de prélèvements (eaux et sédiments) sur le site de Kerlogoden et dans son environnement proche (sur fond Géoportail, ©IGN [3])

Les teneurs en uranium et les activités en radium 226 dans l'eau de la rivière le Guindy mesurées par Areva Mines en 2012 et l'IRSN en 2015 sont équivalentes aux valeurs généralement observées dans des eaux de surfaces dans un même contexte géologique (annexe 2). Les activités massiques de ^{238}U et de ^{226}Ra de l'échantillon de sédiments prélevés par l'IRSN à l'aval immédiat du site sont de l'ordre du bruit de fond.

Ainsi, les mesures effectuées sur la rivière le Guindy ne mettent pas en évidence d'incidence du site de Kerlogoden sur ce cours d'eau aux points de prélèvement.

- **Observations concernant la compatibilité entre les situations radiométrique et radiologique et les usages actuels et proposition d'investigations complémentaires**

Compte tenu de l'usage observé du site (bois) et des niveaux radiométriques mesurés, le risque d'exposition prolongée de personnes est vraisemblablement faible. Une estimation plus précise des temps de présence potentielle de personnes sur la zone des anciens travaux (débits de dose pouvant atteindre ponctuellement jusqu'à quatre fois le bruit de fond) permettrait d'évaluer plus précisément le risque d'exposition. En outre, il conviendrait de s'assurer que les changements d'usage qui pourraient intervenir à l'avenir, notamment en cas de

construction, resteront compatibles avec la situation radiologique du site et n'induiront pas de risque significatif d'exposition prolongée de personnes. A cet égard, si des travaux de mise en sécurité au niveau de la tranchée étaient réalisés, une attention particulière devrait être apportée à la gestion des matériaux mis en dépôt dans celle-ci. L'IRSN considère toutefois que compte tenu de l'usage actuel et des débits de dose mesurés, la mise en œuvre d'actions de réduction des expositions pour la situation actuelle n'est pas nécessaire. En tout état de cause, l'IRSN suggère d'engager des actions d'information auprès du propriétaire ainsi qu'auprès du maire de la commune en vue de la conservation de la mémoire (inscription à l'urbanisme) pour prévenir tout usage futur incompatible avec la situation radiométrique du site.

5.2.1.2 Site de Rosmeur

Pour plus d'information, voir annexe 7.

- **Descriptif du site et des usages**

Le site de Rosmeur est situé au sud-est de la commune de Pluzunet sur des terrains privés. Les travaux miniers ont consisté en l'exploitation d'une tranchée de recherches et d'une galerie. L'entrée de la galerie a été condamnée par une grille adaptée à la présence de chauves-souris avec une trappe de visite dont la clé est détenue par le Groupe Mammalogique Breton de Saint-Brieuc.

Le site, situé en zone fortement boisée et escarpée, est peu fréquenté car difficilement accessible et n'a actuellement aucun usage connu (Figure 16). Le long du Guindy, l'IRSN a identifié un talus constitué de stériles miniers et sur l'autre rive, la parcelle 880, difficilement accessible, qui comprend également une zone empierrée avec des stériles miniers.

Lors de sa visite, l'IRSN a constaté la présence de blocs rocheux devant la galerie et a confirmé le risque potentiel de chute de blocs rocheux et d'effondrement des parois aux abords de l'entrée de la galerie évoqué par Areva Mines [2].

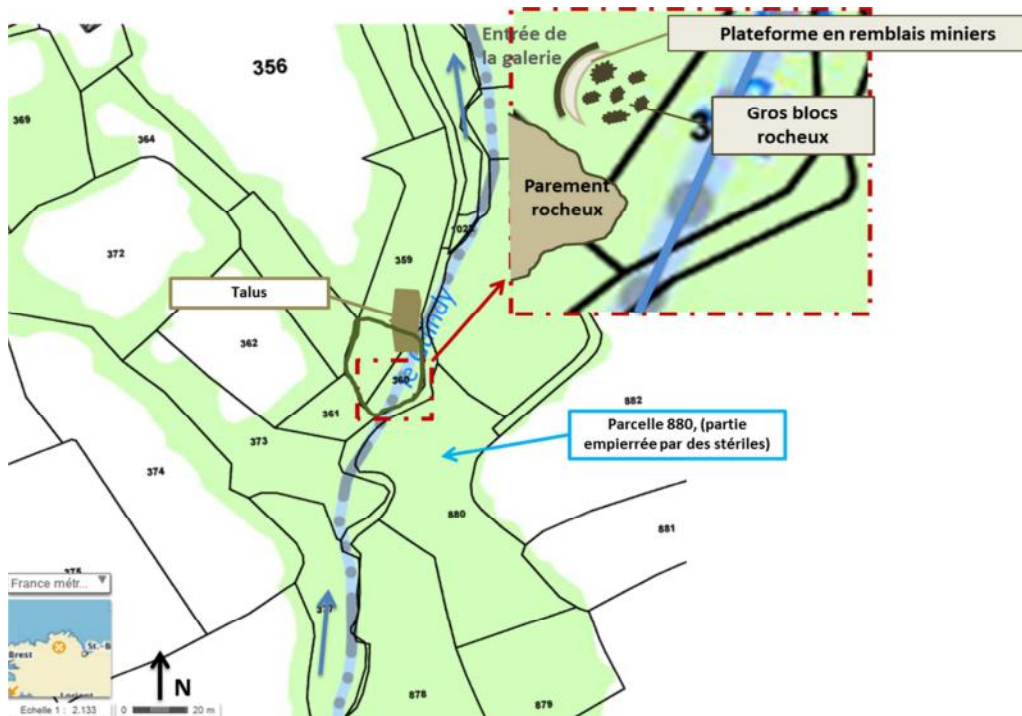


Figure 16 : Travaux miniers du site de Rosmeur sur fond Géoportail, ©IGN

- **Observations concernant les situations radiométrique et radiologique du site**

Radiamétrie

Les mesures effectuées par l'IRSN au niveau de l'entrée de la galerie et la plateforme (7 m²) la précédant confirment les débits de dose élevés présentés par Areva Mines dans son BE [2] de l'ordre de sept à douze fois le bruit de fond.

Les gros blocs rocheux devant l'entrée de la galerie présentent des débits de dose variant de quinze à vingt-trois fois le bruit de fond. Il s'agit vraisemblablement de blocs de stériles miniers laissés en place lors de l'exploitation minière et/ou de blocs provenant de la chute du parement sud-ouest.

Les contrôles radiométriques effectués sur le talus présentent des débits de dose ponctuellement jusqu'à onze fois le bruit de fond. S'agissant des contrôles réalisés sur la parcelle 880 située en face des anciens travaux miniers et de l'autre côté du Guindy, ils mettent en évidence des zones de débits de dose pouvant atteindre ponctuellement plus de cinq fois le bruit de fond naturel. L'association Sortir du Nucléaire-Trégor évoque un dépôt de stériles pour stabiliser le soubassement de la parcelle lors de l'exploitation. Ces stériles pourraient expliquer les débits de dose mesurés.

Eaux

Seuls des prélèvements d'eau ont été réalisés par l'IRSN en 2015 (Figure 17).

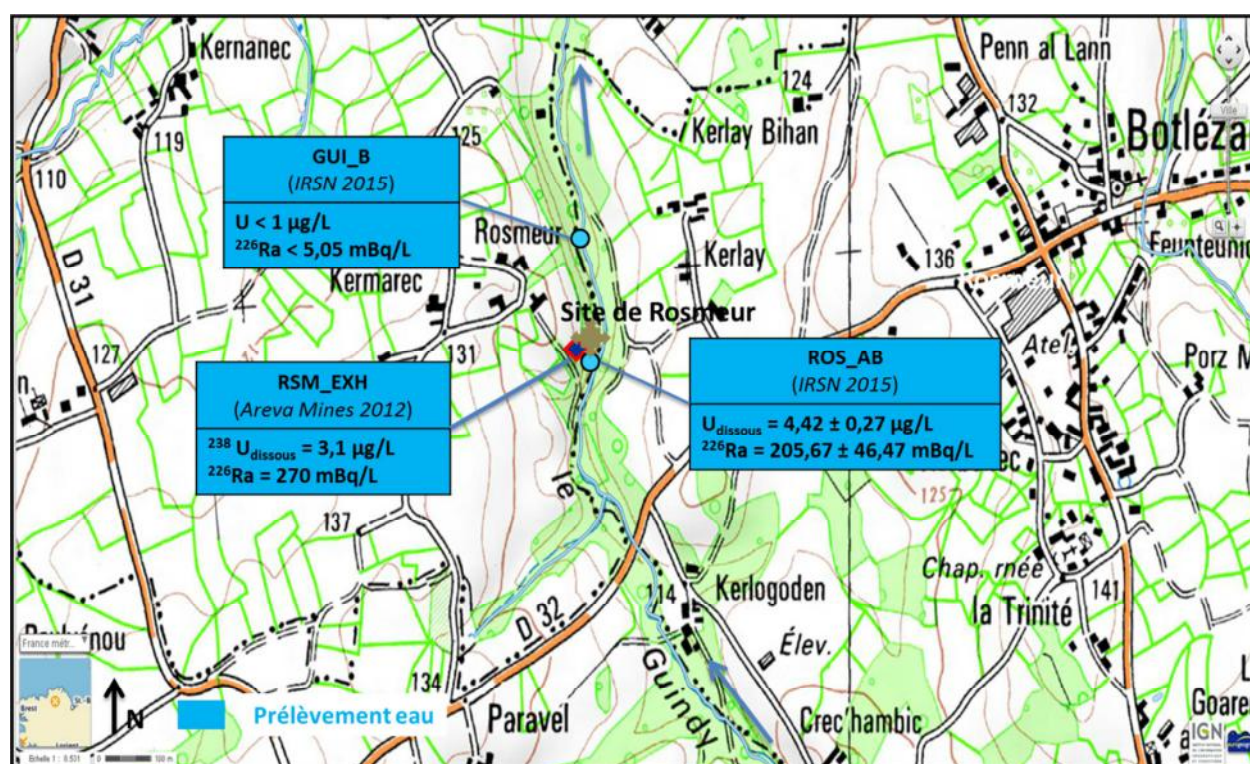


Figure 17 : Localisation des points de prélèvements d'eau effectués par l'IRSN sur le site de Rosmeur et dans son environnement proche (sur fond Géoportail, ©IGN [3])

Les teneurs en uranium et les activités en radium 226 de l'eau prélevée en sortie de galerie (eau d'exhaure de la galerie formant un petit ru) mesurées par Areva Mines en 2012 et l'IRSN en 2015 sont supérieures au bruit de fond d'un facteur quatre environ.

L'eau prélevée par l'IRSN dans le Guindy, en aval des travaux miniers de Rosmeur, présente des teneurs en uranium et des activités en radium 226 équivalentes aux valeurs généralement observées dans des eaux de surface

non influencée par les activités minières (Figure 17). Ces valeurs ne mettent pas en évidence d'incidence du site et plus particulièrement des eaux provenant de la galerie de la mine, sur la rivière le Guindy aux points de prélèvement.

- **Observations concernant la compatibilité entre les situations radiométrique et radiologique et les usages actuels et proposition d'investigations complémentaires**

S'agissant du site, compte tenu de l'usage observé (fréquentation épisodique par des chiroptérologues), de l'accès rendu difficile par les broussailles et de la condamnation par une grille de l'entrée de la galerie, le risque actuel d'exposition prolongée de personnes est vraisemblablement limité. Néanmoins, la plateforme en stériles située à l'entrée de la galerie, et sur laquelle des blocs issus de l'effondrement du parement rocheux ont été observés, présente, très ponctuellement des débits de dose significativement supérieurs au bruit de fond (2000 à 3000 nSv/h). Par conséquent, une estimation plus précise des temps de présence éventuelle de personnes au niveau de l'ancienne galerie permettrait d'évaluer de manière plus précise le risque d'exposition. En tout état de cause, l'IRSN considère que de manière générale, le retrait des matériaux responsables de débits de dose significativement supérieurs au bruit de fond sur une zone de faible étendue est à encourager dès lors que celui-ci est aisé. Ainsi, pour le site de Rosmeur, la faisabilité du retrait des stériles de la plateforme et des blocs rocheux présents sur celle-ci, mériterait d'être étudiée. En outre, l'IRSN considère que la condamnation de l'entrée de la galerie telle que réalisée par Areva Mines contribue à réduire les risques d'exposition des personnes fréquentant le site. A cet égard, il conviendrait de vérifier régulièrement l'état de la grille afin de s'assurer qu'elle ne présente pas de dégradation telle que le public pourrait accéder à la galerie. Par ailleurs, l'IRSN attire l'attention sur le risque potentiel de chute de blocs rocheux à proximité de la galerie et considère qu'il serait approprié de mettre en garde le public quant à ces risques par l'apposition, par exemple, d'une signalétique adaptée.

S'agissant des zones situées en dehors de l'emprise du site présentant des débits de dose significativement supérieurs au bruit de fond, au niveau de la parcelle 880 au sud-est (500 à 600 nSv/h) et sur le talus de stériles situé en contrebas et au nord du site sur la rive gauche de la rivière Le Guindy (1500 nSv/h), compte tenu de leur accès difficile et étant donné l'absence d'usage observé, le risque actuel d'exposition prolongée de personne est faible. En outre, la présence d'un talus de stériles dans l'environnement et, dans une moindre mesure, d'empierrements de stériles sur la parcelle 880, induit un risque de réutilisation des matériaux par le public. Compte tenu des difficultés d'accès à ce talus et à la parcelle 880, ce risque est, en l'état actuel, vraisemblablement limité. La gestion de cette situation ne présente donc pas de caractère d'urgence. A cet égard, l'IRSN suggère d'informer la mairie de la présence de ces stériles afin d'étudier la faisabilité de leur retrait et de prévenir leur utilisation.

En tout état de cause, pour le site comme pour les zones en dehors de son emprise identifiées ci-dessus, il conviendrait de s'assurer que les changements d'usage qui pourraient intervenir à l'avenir, en particulier sur la parcelle 880, bien que leur configuration actuelle ne soit pas favorable à une utilisation à des fins privées (habitation, jardin) ou agricoles, resteront compatibles avec la situation radiologique du site et de son environnement et n'induiront pas de risque significatif d'exposition prolongée de personnes. Ainsi, l'IRSN suggère de mettre en place des actions permettant la conservation de la mémoire (inscription à l'urbanisme) pour prévenir tout usage futur incompatible avec la situation radiométrique du site et de son environnement.

5.2.2 IMPACT DES ANCIENS SITES MINIERS SUR LA RIVIERE LE GUINDY EN CHAMP ELOIGNE

Un échantillon d'eau (GUI_B) a été prélevé dans la rivière Le Guindy en vue d'évaluer l'impact des deux sites (Kerlogoden et Rosmeur) localisés en amont hydraulique (Figure 18).

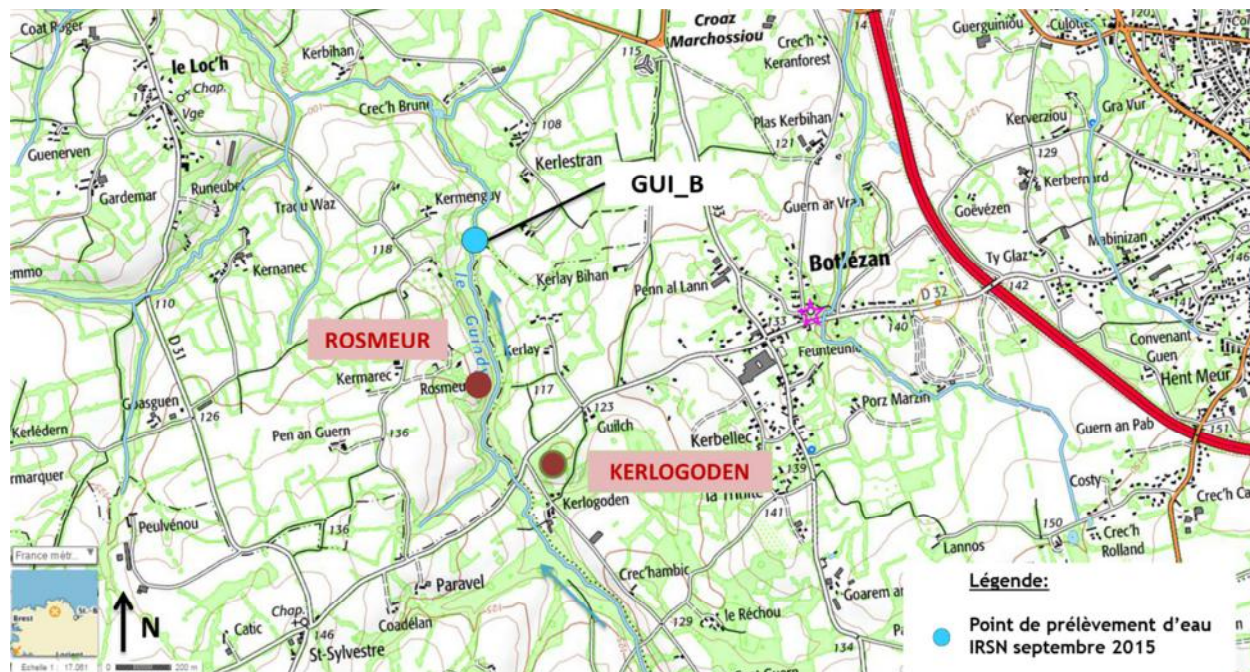


Figure 18 : Localisation du point de prélèvement d'eau effectué par l'IRSN dans la rivière le Guindy en aval des deux sites miniers de Kerlogoden et Rosmeur) (sur fond de carte Géoportail, ©IGN [3])

Les résultats des analyses radiologiques de l'échantillon d'eau présentés au Tableau 27 dans l'annexe 7 ne mettent pas en évidence d'incidence des travaux miniers des deux sites (Kerlogoden et Rosmeur) sur la rivière Le Guindy en champ éloigné des sites.

5.3 LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE L'EVRON

5.3.1 SITUATION ACTUELLE DES ANCIENS SITES MINIERS ET IMPACT DE CEUX-CI SUR LES EAUX, SEDIMENTS ET SOLS EN CHAMP PROCHE

Un site du bassin versant de la rivière l'Evron (Nome Hard) a fait l'objet de contrôles par l'IRSN lors de sa mission de terrain en 2015.

Pour plus d'information, voir annexe 8.

- **Descriptif du site et des usages**

Le site de Nome Hard est localisé au sud de la commune de Trédaniel sur un terrain privé clôturé. Les travaux miniers ont consisté en l'exploitation de cinq tranchées et d'un puits de reconnaissance. Les tranchées et le puits ont été rebouchés et à ce jour, aucune trace de l'exploitation ne subsiste.

Le site est situé juste derrière une maison d'habitation et est utilisé comme pâturage pour des poneys (Figure 19).

LE NOME HARD

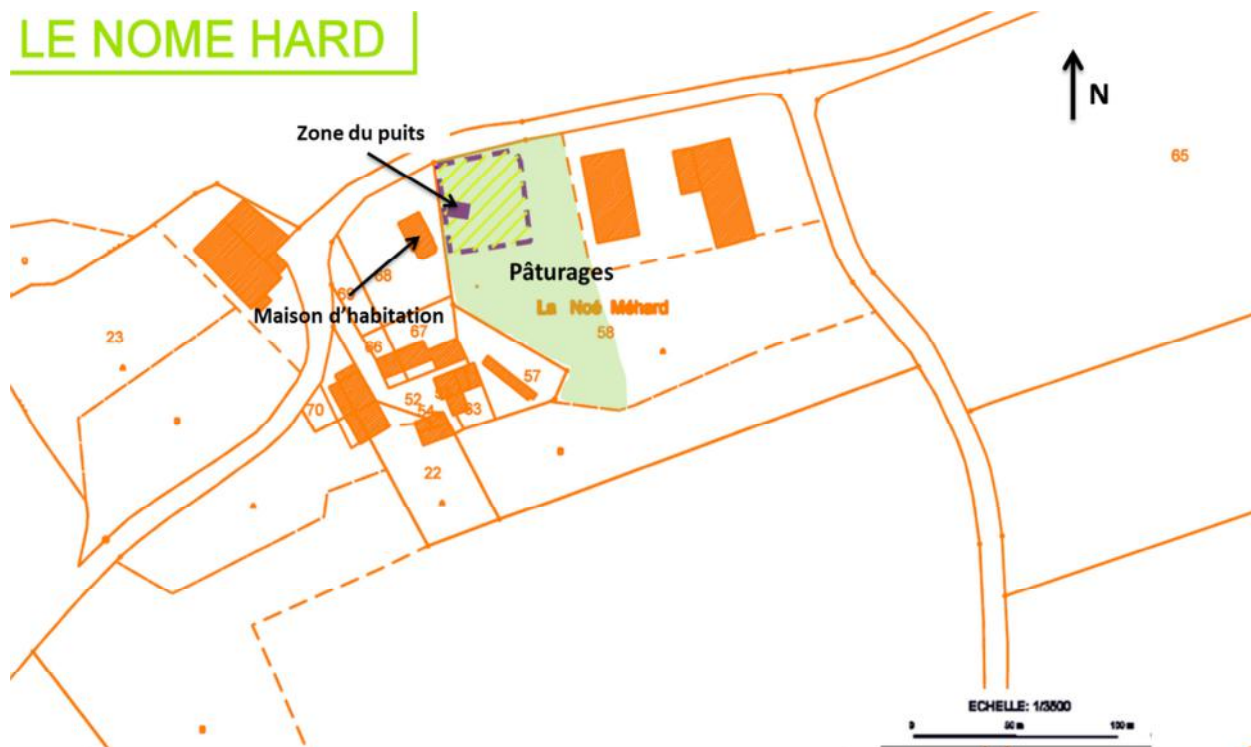


Figure 19 : Travaux miniers et usages du site de Nome Hard sur plan cadastral (d'après [2])

- **Observations concernant les situations radiométrique et radiologique du site**

Radiamétrie

Les mesures effectuées par l'IRSN sur l'ensemble de la parcelle concernée par les anciens travaux miniers sont de l'ordre de une à deux fois le bruit de fond. Une zone très ponctuelle présente des débits de dose de l'ordre de plus de deux fois le bruit de fond. Il s'agit vraisemblablement du positionnement de l'ancien puits. Ces valeurs sont cohérentes avec celles mesurées par Areva Mines en 2012 [2].

Eaux et sédiments

La Figure 20 présente les points de prélèvements d'eau et de sédiments réalisés par l'IRSN et par Areva Mines dans l'environnement du site de Nome Hard au niveau d'une source et dans un plan d'eau en aval des anciens travaux miniers.

Les teneurs en uranium et les activités en radium 226 dans les échantillons d'eau prélevés par l'IRSN sont équivalentes aux valeurs généralement observées dans des eaux de surface non influencées par des activités minières et de même contexte géologique. Les activités massiques de ^{238}U et de ^{226}Ra , mesurées dans un échantillon de sédiments prélevés en aval du site de Nome Hard sont également de l'ordre du bruit de fond (Figure 20). Les mesures effectuées ne mettent pas en évidence de marquage des eaux et des sédiments lié au site aux points de prélèvement.

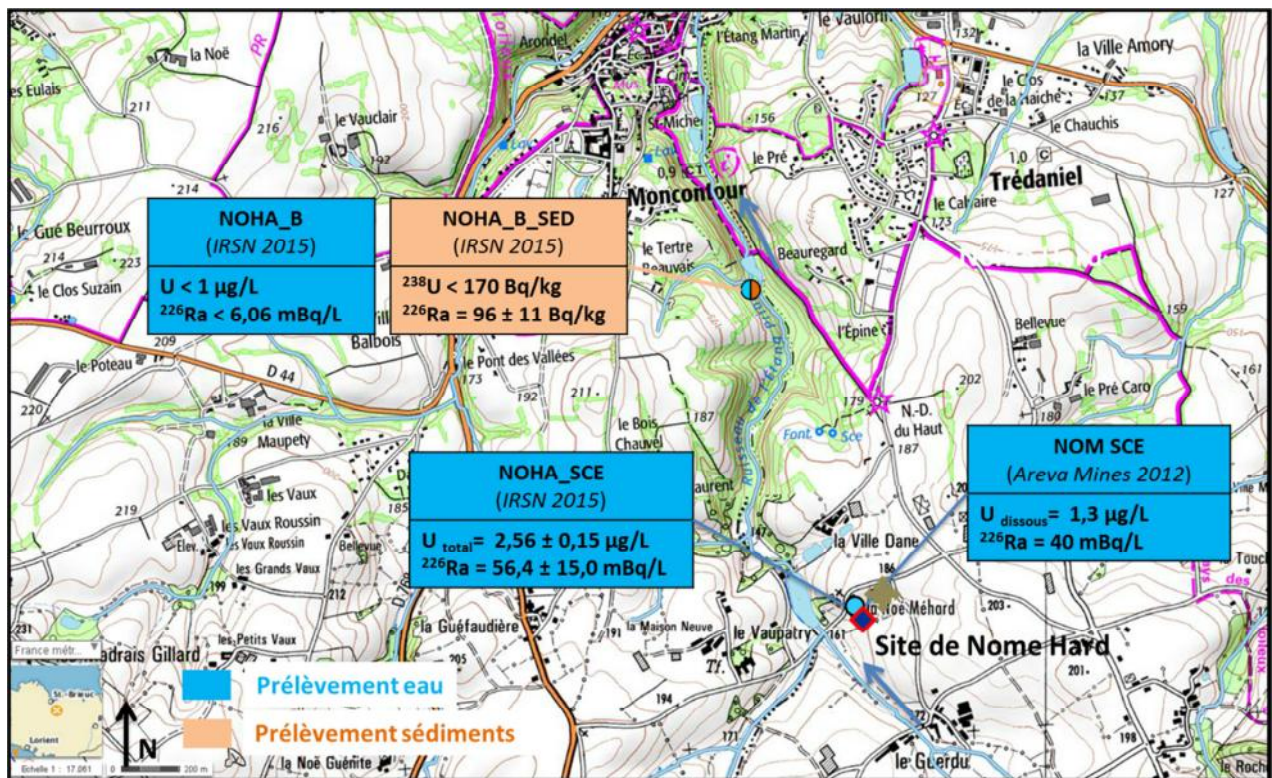


Figure 20 : Localisation des points de prélèvements d'eau et de sédiments dans l'environnement proche du site de Nome Hard (sur fond Géoportail, ©IGN [3])

- Observations concernant la compatibilité entre les situations radiométrique et radiologique et les usages actuels et proposition d'investigations complémentaires

Compte tenu de l'usage constaté du site (pâturages pour poneys) et des niveaux radiométriques mesurés, le risque d'exposition prolongée de personnes est faible. Néanmoins, du fait de l'existence d'un puits sur le site, l'IRS n suggère d'engager des actions d'information notamment auprès du maire de la commune en vue de la conservation de la mémoire (inscription à l'urbanisme) et de prévenir toute construction.

Par ailleurs, compte tenu de la situation de la maison d'habitation à proximité immédiate de l'ancien site minier, l'IRS n considère qu'il serait opportun d'y réaliser un dépistage radon. A cet égard, le propriétaire du terrain a indiqué lors de la visite de l'IRS n qu'Areva Mines a procédé à des mesures de l'activité volumique du radon dans la maison d'habitation. L'examen des résultats de ces mesures devrait permettre de juger de la nécessité de mettre en œuvre des actions de remédiation visant à réduire l'exposition des usagers le cas échéant.

5.3.2 IMPACT DES ANCIENS SITES MINIERS SUR LA RIVIERE L'EVRON EN CHAMP ELOIGNE

A l'occasion de la visite de terrain de 2015 et conformément à son programme prévisionnel, l'IRS n n'a procédé à aucun prélèvement d'eau ni de sédiment dans la rivière l'Evron.

6 CONCLUSION

L'IRSN a réalisé, du 29 septembre au 1^{er} octobre 2015, une mission de terrain sur six des onze anciens sites miniers d'uranium recensés dans le département des Côtes d'Armor. Cette mission, qui s'inscrit dans le cadre du programme MIMAUSA, avait pour objectif la réalisation de contrôles de second niveau sur la base des informations fournies dans le bilan environnemental produit par Areva Mines en février 2014 [2].

Ces contrôles ont concerné les sites de Locmaria, Coz ty Tano, Traou Ru, Kerlogoden, Rosmeur et Nome Hard ainsi que leur environnement afin de vérifier, par échantillonnage, que la situation radiologique est conforme à celle présentée dans le BE d'Areva Mines et s'avère compatible avec les usages constatés. Ces contrôles visaient également à recueillir des informations sur les modifications éventuelles survenues postérieurement à la réalisation du BE. Les observations et résultats de ces contrôles confirment globalement les informations contenues dans le BE d'Areva Mines. Néanmoins, l'IRSN estime que le niveau de connaissance mériterait d'être complété en vue de mieux rendre compte de certains enjeux en matière de radioprotection associés à ces anciens sites miniers pour les quatre axes suivants.

Compatibilité entre les usages et les niveaux radiométriques

Les constats et les mesures effectuées sur les sites visités et dans leur environnement ne mettent pas en évidence d'incompatibilité entre les usages observés et les niveaux radiométriques mesurés. Cependant, il existe sur ces sites ou dans leur environnement des zones de faible étendue présentant des débits de dose significativement supérieurs au bruit de fond. De manière générale, l'IRSN considère que le retrait des matériaux responsables des débits de dose significativement supérieurs au bruit de fond sur une zone de faible étendue est à encourager dès lors que ce retrait est aisé. A cet égard, la réalisation de travaux sur des sites constitue une opportunité pour améliorer leur situation radiologique. C'est le cas par exemple sur le site de Locmaria où Areva Mines propose des travaux de condamnation de l'entrée de la galerie restée ouverte.

En outre, une estimation plus précise des temps de présence éventuelle de personnes permettrait d'affiner l'évaluation du risque d'exposition prolongé pour les sites de Locmaria et de Rosmeur, ou encore pour la parcelle 880 en contrebas du site de Rosmeur, où les débits de dose peuvent atteindre ponctuellement jusqu'à dix à quinze fois le bruit de fond. Pour ces situations et dans une moindre mesure pour celles des sites de Coz Ty Tano, Traou Ru, Kerlogoden et Nome Hard, il conviendrait de s'assurer que les changements d'usage qui pourraient intervenir à l'avenir, notamment en cas de construction, resteront compatibles avec la situation radiologique et n'induiront pas de risque significatif d'exposition prolongée de personnes. A cet égard, l'IRSN suggère d'engager des actions d'information auprès des propriétaires et des maires des communes concernées en vue de la conservation de la mémoire (inscription à l'urbanisme) pour prévenir tout usage futur inapproprié.

Risque de réutilisation de stériles

L'IRSN considère que la présence de stériles dans l'environnement de certains sites accessibles au public induit un risque de réutilisation de ces matériaux par le public et par conséquent d'exposition. Un talus de stériles a été repéré lors de la visite de terrain de l'IRSN dans l'environnement du site de Rosmeur. Aussi, l'IRSN suggère d'informer la mairie et les propriétaires de la présence de ces stériles afin d'étudier la faisabilité de leur retrait et de prévenir leur utilisation.

Risque d'exposition lié à des eaux et des terres radiologiquement marquées

Une buse dont l'eau présente un marquage significatif en radium 226 ainsi qu'une zone humide, au droit de cette buse, dont les terres présentent également un marquage significatif en radium 226 ont été observées dans l'environnement du site de Traou Ru. L'IRSN précise en outre que les terres de la zone humide présentent également un marquage en arsenic. Compte tenu de l'accessibilité aisée pour le public à la buse et à la zone humide du fait de la proximité d'un chemin de randonnée, il conviendrait de prévenir l'accès à cette zone humide et l'usage de l'eau de la buse. En tout état de cause, l'IRSN considère qu'une connaissance plus précise du fonctionnement hydraulique des écoulements et du tracé de la buse apparaît comme un élément déterminant en vue de prendre d'éventuelles dispositions d'assainissement pérenne de la zone.

Risque d'exposition au radon

L'IRSN considère que l'examen des résultats des mesures de l'activité volumique du radon faites par Areva Mines dans la maison d'habitation jouxtant l'ancien site minier de Nome Hard devrait permettre de juger de la nécessité de mettre en œuvre des actions de remédiation visant à réduire l'exposition des usagers le cas échéant.

Enfin, l'IRSN attire l'attention sur le risque potentiel de chute et d'effondrement du parement rocheux sur les sites de Locmaria et Rosmeur et considère qu'il serait approprié de mettre en garde le public quant à ces risques par l'apposition, par exemple, d'une signalétique adaptée.

7 REFERENCES

1. Circulaire DGPR/SRT/MSNR/SN/2009.132 ; 22 Juillet 2009.
2. Areva Mines (2014). BILAN ENVIRONNEMENTAL. Sites miniers de la Bretagne, départements des Côtes d'Armor, du Finistère et du Morbihan.
3. Site du Géoportail : <http://www.geoportail.gouv.fr>
4. IRSN (2013). Base MIMAUSA, mise à jour Aout 2013, <http://mimausabdd.irsn.fr/>
5. Areva Mines (2014). Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs. 2013-2015.
6. GEODERIS (2015). Etude et cartographie des aléas miniers sur 6 sites miniers orphelins bretons d'uranium. Rapport W2015/011DE-15BRE22020.
7. IRSN (2016). Diagnostic radiologique des anciennes mines d'uranium orphelines de Bretagne. Rapport RT PRP-DGE 2016-00016.
8. IRSN (2007). Expertise globale du bilan décennal environnemental d'Areva NC. 2ème partie : impact environnemental à l'échelle des bassins versants et évaluation de la surveillance. Rapport DEI/SARG/2007-042.
9. IRSN (2009). Programme MIMAUSA volet 2 « études complémentaires » Rapport de la mission pilote de novembre 2008 sur les anciens sites de Lozère. Rapport DEI/SARG/2009-04.
10. IRSN (2011). Contrôles de second niveau effectués sur les anciens sites miniers de Creuse. Rapport DEI/SARG/2011-07.
11. IRSN (2011). Contrôles de second niveau effectués sur les anciens sites miniers de Corrèze. Rapport IRSN/DEI/SARG/2011-018.
12. IRSN (2012). Contrôles de second niveau effectués sur les anciens sites miniers du Nord de la Haute-Vienne. Rapport PRP-DGE/2012-010.
13. IRSN (2012). Contrôles de second niveau effectués sur les anciens sites miniers de la Nièvre. Rapport PRP-DGE/2012-008.
14. IRSN (2012). Contrôles de second niveau effectués sur les anciens sites miniers de la Saône-et-Loire. Rapport PRP-DGE/2012-016.
15. IRSN (2014). Contrôles de second niveau effectués sur les anciens sites miniers de l'Allier, du Puy de Dôme et de la Haute Loire en région Auvergne. Rapport PRP-DGE/2013-00022.
16. IRSN(2014). Contrôles de second niveau effectués sur les anciens sites miniers d'uranium de l'Aveyron. Rapport PRP-DGE/2013-00032.
17. IRSN (2014). Contrôles de second niveau effectués sur les anciens sites miniers d'uranium du Maine et Loire. Rapport PRP-DGE/2014-00024. PRP-DGE/2013-00032.
18. IRSN (2015). Contrôles de second niveau effectués sur les anciens sites miniers des Deux Sèvres. Rapport PRP-DGE/2015-00001.
19. IRSN (2015). Contrôles de second niveau effectués sur les anciens sites miniers de Vendée. Rapport PRP-DGE/2015-00017.
20. Agence de l'eau Loire-Bretagne, <http://osur.eau-loire-bretagne.fr/exportosur/action/Geographie>
21. BRGM, Inventaire Minier, http://sigminesfrance.brgm.fr/geoch_inventaire.asp
22. ASN (2014). Inspection de la radioprotection du 22 novembre 2014. CODEP-NAN-2014-055040

23. Code de la Santé Publique, <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?cid>

8 ANNEXES

**Annexe 1: Synthèse des résultats de mesures *in situ* réalisées par
l'IRSN au niveau des points de prélèvement**

Les eaux :

Site	Prélèvement	Nom échantillon	Date	X [Lambert 93]	Y [Lambert 93]	pH	T [°C]	C [$\mu\text{S}\cdot\text{Cm}^{-1}$]	Alcalinité [$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$]	Turbidité [ppm]
Locmaria	Amont du site sur l'affluent du Léguer	LOC_A	29/09/2015	229570	6847766	6,5	11,3	292	35	2
Locmaria	Aval du site sur l'affluent du Léguer	LOC_B	29/09/2015	229408	6847843	6,6	11,3	297	30	7
Locmaria	Aplomb des travaux miniers sur l'affluent du Léguer	LOC_AB	29/09/2015	229441	6847819	6,5	11,3	294	25	5
Coz ty Tano	Aval du site sur l'affluent du Léguer	COZ_B	29/09/2015	226859	6856995	6,7	12,1	275	30	17
Coz ty Tano	Aval du site (proximité de la tranchée) sur l'affluent du Léguer	COZ_AB	29/09/2015	226712	6856786	6,3	12,5	274	30	9
Traou Ru	Amont du site sur la rivière Le Léguer	TRA_A	29/09/2015	228158	6864835	6,4	11,2	224	35	4,3
Traou Ru	Aval du site sur la rivière Le Léguer	TRA_B	29/09/2015	227991	6865249	6,3	11,5	225	85	1,2
Traou Ru	Aval du site en sortie de buse	TRA_BU	29/09/2015	228100	6865098	6,3	13	468	80	7,5
Locmaria, Coz ty Tano Traou Ru	Aval des trois sites sur la rivière Le Léguer	LEG_B	30/09/2015	226896	6865900	6,8	12,3	232	35	nm
Kerlogoden	Amont total des sites de Kerlogoden et Rosmeur sur la rivière Le Guindy	GUI_A	30/09/2015	233217	6853704	6,5	11,6	288	60	2
Kerlogoden	Aval du site sur la rivière Le Guindy	KER_B	30/09/2015	233165	6853874	6,6	11,6	269	60	3,4
Rosmeur	Aval total des sites de Kerlogoden et Rosmeur sur la rivière Le Guindy	GUI_B	30/09/2015	233091	6854203	6,7	10,3	270	45	4
Rosmeur	Eau de la galerie s'écoulant dans Le Guindy	ROS_AB	30/09/2015	233077	6854168	6,8	10,8	285	30	248
Nome Hard	Amont du site dans le ruisseau de l'Etang Prioux	NOHA_A	01/10/2015	283917	6819129	7,1	9,3	261	35	32
Nome Hard	Aval du site dans un plan d'eau	NOHA_B	01/10/2015	283452	6820821	6,2	10	243	45	16,5
Nome Hard	Eau de source en aval du site	NOHA_SCE	01/10/2015	283750	6819581	6,1	12,3	277	nm	nm

Avec T = température, C = conductivité et nm = non mesuré

Les sols et sédiments :

Site	Prélèvement	Nom échantillon	Date	X [Lambert 93]	Y [Lambert 93]	pH	T [°C]	C [$\mu\text{S.Cm}^{-1}$]	Alcalinité [mg.L^{-1}]	Turbidité [ppm]
Locmaria	Amont du site sur l'affluent du Léguer	LOC_A_SED	29/09/2015	229570	6847766	6,5	11,3	292	35	2
Locmaria	Aval du site sur l'affluent du Léguer	LOC_B_SED	29/09/2015	229408	6847843	6,6	11,3	297	30	7
Traou Ru	Aval du site sur la rivière Le Léguer	TRA_B_SED	29/09/2015	227991	6865249	6,3	11,5	225	85	1,2
Traou Ru	Aval du site (sol) en sortie de buse	TRA_BU_SOL	29/09/2015	228100	6865098	nm	nm	nm	nm	nm
Traou Ru	Eau de mare en aval du site	TRA_MARE_SED	29/09/2015	228126	6865116	nm	nm	nm	nm	nm
Traou Ru	Aval du site (sol) en zone humide	TRA_BU_SOL_B	29/09/2015	228084	6865111	nm	nm	nm	nm	nm
Kerlogoden	Aval du site sur la rivière Le Guindy	KER_B_SED	30/09/2015	233165	6853874	6,6	11,6	269	60	3,4
Nome Hard	Aval du site dans un plan d'eau	NOHA_B_SED	01/10/2015	283452	6820821	6,2	10	243	45	16,5

Avec T = température, C = conductivité et nm = non mesuré

**Annexe 2: Résultats des mesures physico-chimiques et des analyses radiologiques effectuées sur des échantillons hors influence minière -
Caractérisation du bruit de fond local**

Au cours des contrôles de second niveau réalisés du 29 septembre au 1^{er} octobre 2015 dans les Côtes d'Armor, quatre échantillons d'eau et un échantillon de sédiments ont été prélevés hors influence des sites miniers et dans un contexte géologique similaire aux sites étudiés. Ils permettent de caractériser le bruit de fond local et d'évaluer les valeurs obtenues pour des échantillons prélevés sur site ou en aval de sites étudiés. La localisation des points de prélèvement de ces échantillons est présentée sur la Figure 21.

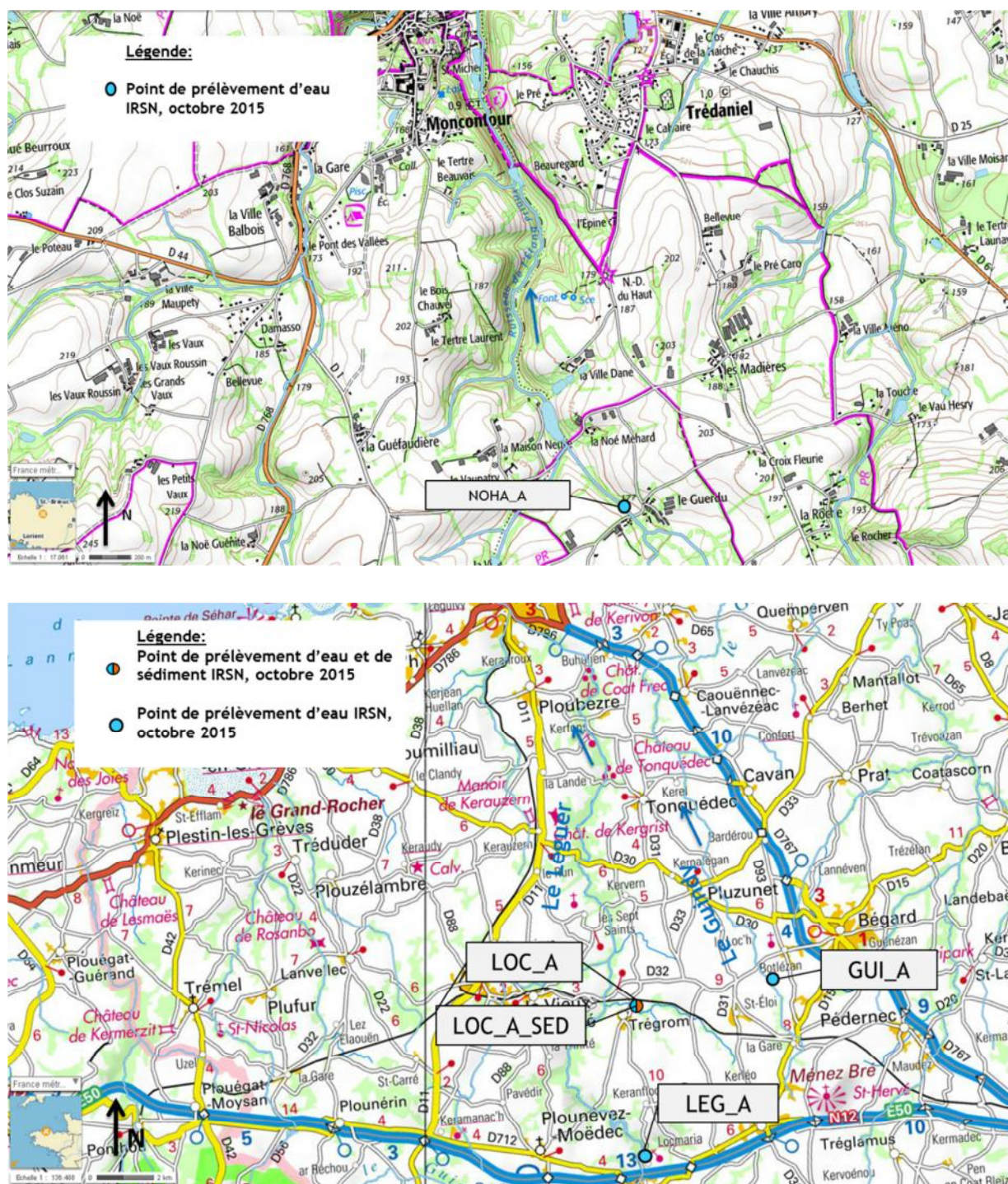


Figure 21 : Localisation des points de prélèvement d'eau et de sédiments hors influence minière (sur fond Géoportail, ©IGN [3])

1 Mesures physico-chimiques *in situ*

Les caractéristiques physico-chimiques des eaux, mesurées *in situ* aux points de prélèvement d'eau et de sédiments, sont présentées dans le Tableau 5. Les valeurs locales qui en sont déduites sont un pH légèrement acide mais proche de la neutralité et des valeurs de conductivité électrique généralement comprises entre 190 et 300 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Tableau 5 : Résultats des mesures physico-chimiques in situ réalisées au niveau des points de prélèvement d'eau et de sédiments hors influence des sites miniers de Côtes d'Armor

Prélèvement	Nom échantillon	Date	X [Lambert 93]	Y [Lambert 93]	pH	T [°C]	C [$\mu\text{S.cm}^{-1}$]	Turbidité [ppm]	Alcalinité [mg.L^{-1}]
Amont total du bassin versant du Léguer	LEG_A	29/09/2015	228466	6846935	6,8	12,2	198	7,1	35
Amont du site de Locmaria sur l'affluent du Léguer	LOC_A	29/09/2015	229570	6847766	6,5	11,3	292	2	35
Amont total des sites sur la rivière Le Guindy (site de Kerlogoden et de Rosmeur)	GUI_A	30/09/2015	233217	6853704	6,5	11,5	288	2	60
Amont du site de Nome Hard dans le ruisseau de l'Etang Prioux	NOHA_A	01/10/2015	283917	6819129	7,1	9,3	261	32	35
Amont du site de Locmaria sur l'affluent du Léguer	LOC_A_SED	29/09/2015	229570	6847766	6,5	11,3	292	2	35

Avec T = température, C = conductivité

Sur fond bleu : les points de prélèvement d'eau, sur fond marron : les points de prélèvement de sédiment.

2 Analyses radiologiques

2.1 ANALYSES RADIOLOGIQUES DES EAUX

Les résultats des analyses radiologiques (uranium et radium 226) sur la fraction totale des quatre échantillons d'eau sont présentés dans le Tableau 6. Le bruit de fond qui en est déduit pour les eaux de surface hors influence de sites miniers est une concentration en uranium inférieure ou de l'ordre de $1 \mu\text{g.L}^{-1}$ et une activité en radium 226 de quelques mBq.L^{-1} à une dizaine de mBq.L^{-1} , en cohérence avec les valeurs de référence mentionnées au chapitre 5 du présent rapport.

Tableau 6 : Résultats des analyses radiologiques (uranium et radium 226) effectuées par l'IRSN sur la fraction totale des eaux prélevées hors influence des sites miniers de Côtes d'Armor

Nom de l'échantillon	U_{total} [$\mu\text{g.L}^{-1}$]	$^{226}\text{Ra}_{\text{total}}$ [mBq.L^{-1}]
LEG_A	< 1	< 7
LOC_A	< 1	$10,0 \pm 7,0$
GUI_A	< 1	< 7
NOHA_A	< 1	< 7

2.2 ANALYSES RADIOLOGIQUES DES SEDIMENTS ET DES SOLS

Les résultats des analyses radiologiques (spectrométrie gamma) de l'échantillon de sédiments sont présentés dans le Tableau 7. L'activité massique de l' ^{238}U peut être assimilée à celle du $^{234\text{m}}\text{Pa}$. Celle du ^{226}Ra peut être assimilée à l'activité massique du ^{214}Pb . Les activités massiques de l' ^{238}U et du ^{226}Ra dans l'échantillon de sédiments sont de l'ordre de 190Bq.kg^{-1} pour l' ^{238}U et de $131 \pm 14 \text{Bq.kg}^{-1}$ pour le ^{226}Ra . Le bruit de fond qui en est déduit pour les sédiments hors influence de sites miniers correspond à une activité massique comprise entre 130Bq.kg^{-1} et 200Bq.kg^{-1} pour chacun des radionucléides de la chaîne de l'uranium 238.

Tableau 7: Résultats des analyses réalisées par l'IRSN sur les sédiments prélevés hors influence des sites miniers de Côtes d'Armor

Nom de l'échantillon	Commentaires	Activité en [Bq.kg^{-1}]*						
		$^{234\text{m}}\text{Pa}$	^{214}Pb	^{214}Bi	^{210}Pb	^{235}U	^{40}K	^{137}Cs
LOC_A_SED	Amont du site de Locmaria sur l'affluent du Léguer	<190	131 ± 14	139 ± 16	266 ± 40	< 2	520 ± 60	$4,9 \pm 0,7$

*exprimé en masse sèche

**Annexe 3: Fiche d'observations de terrain, de mesures radiamétriques
et d'analyses des prélèvements effectués sur les anciens sites miniers
de Côtes d'Armor : Site de Locmaria**

Site de Locmaria

Région	Bretagne	Autres sites sur la commune	Néant
Département	Côtes d'Armor (22)		
Commune	Belle Isle en Terre		
Cadastre	<u>Propriété non Areva Mines</u> : Commune de Belle Isle en Terre, section A02, parcelle 332 (Figure 23)		
Propriété	Privée		
Surface du site	Information non disponible		

Source principale : Areva Mines [2]



Figure 22 : Vue aérienne du site de Locmaria, en orange l'emprise du site (sur fond Géoportail, ©IGN [3])

1. NATURE DES TRAVAUX MINIERS ET REAMENAGEMENTS

Type de travaux	Travaux de reconnaissance par petits chantiers (TRPC) : les travaux miniers ont consisté au creusement d'une tranchée de décapage de 50 m par 5 m et 2 m de profondeur. De cette tranchée, a été creusée une descenderie de 25 m de long avec une pente de 27 %.
Période d'exploitation	1957 à 1958
Production d'uranium [T]	0,267
Lieu de traitement du minerai	Usine de l'Ecarpière (Loire-Atlantique et Maine et Loire)
Réaménagements réalisés	L'entrée des travaux souterrains a été partiellement rebouchée avec des stériles. Des stériles constituent une plateforme d'accès à la descenderie. Des stériles ont été mis en verse dans le coteau situé à l'ouest du site.
Fin des réaménagements	Information non disponible
Servitudes	Information non disponible
Autres	La présence de chauves-souris rend le site fréquenté par des chiroptérologues. Des minéralogistes et des promeneurs susceptibles de ramasser des champignons en saison sont également présents occasionnellement sur le site.

Source principale : Areva Mines [2]

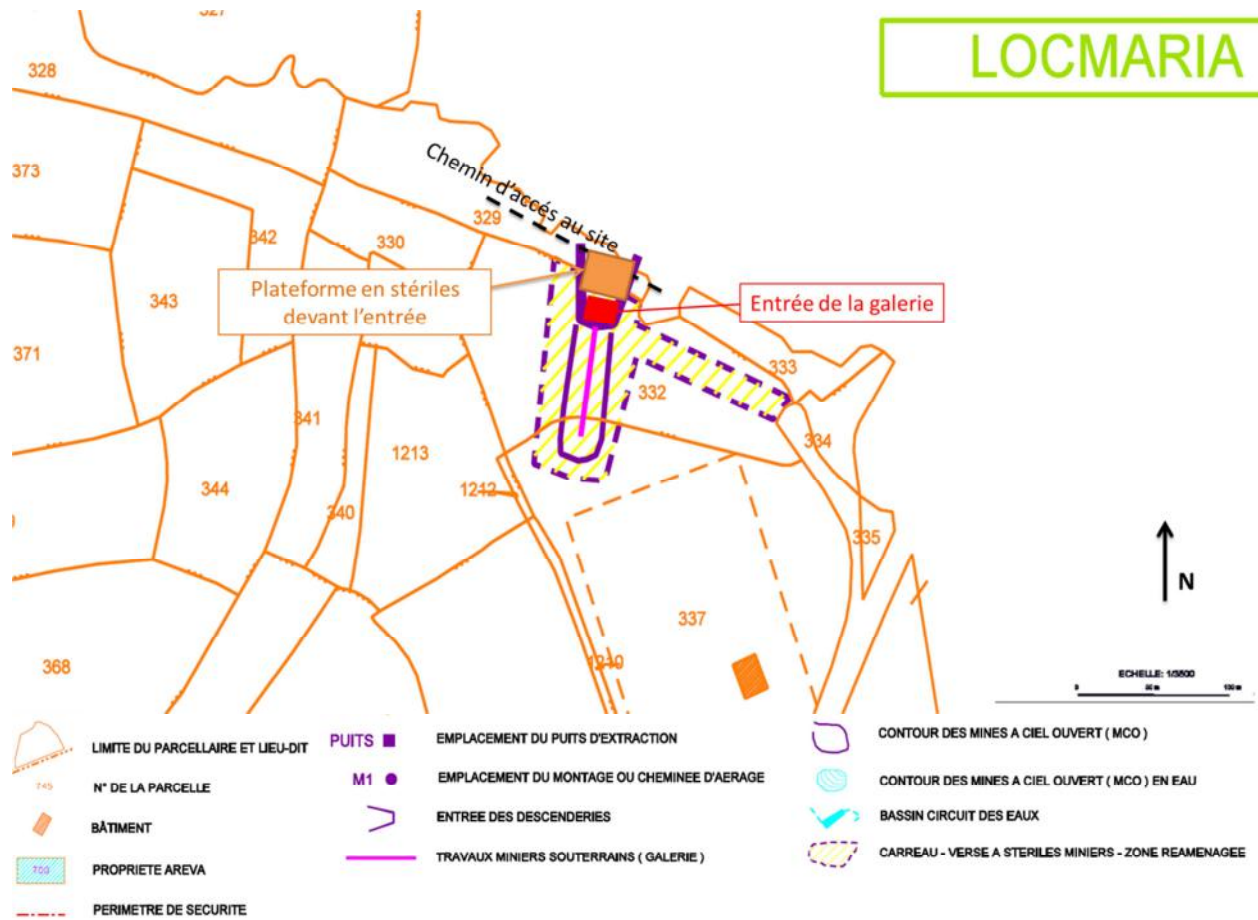


Figure 23 : Situation des travaux miniers du site de Locmaria sur plan cadastral (source Areva Mines [2])

2. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DU SITE ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE SURFACE

Le site de Locmaria est localisé à 1,5 km au nord de Belle Isle en Terre (Figure 24). Il est drainé par un ruisseau affluent du Léguer qui s'écoule au nord en contrebas du site puis se jette dans la rivière Le Léguer.

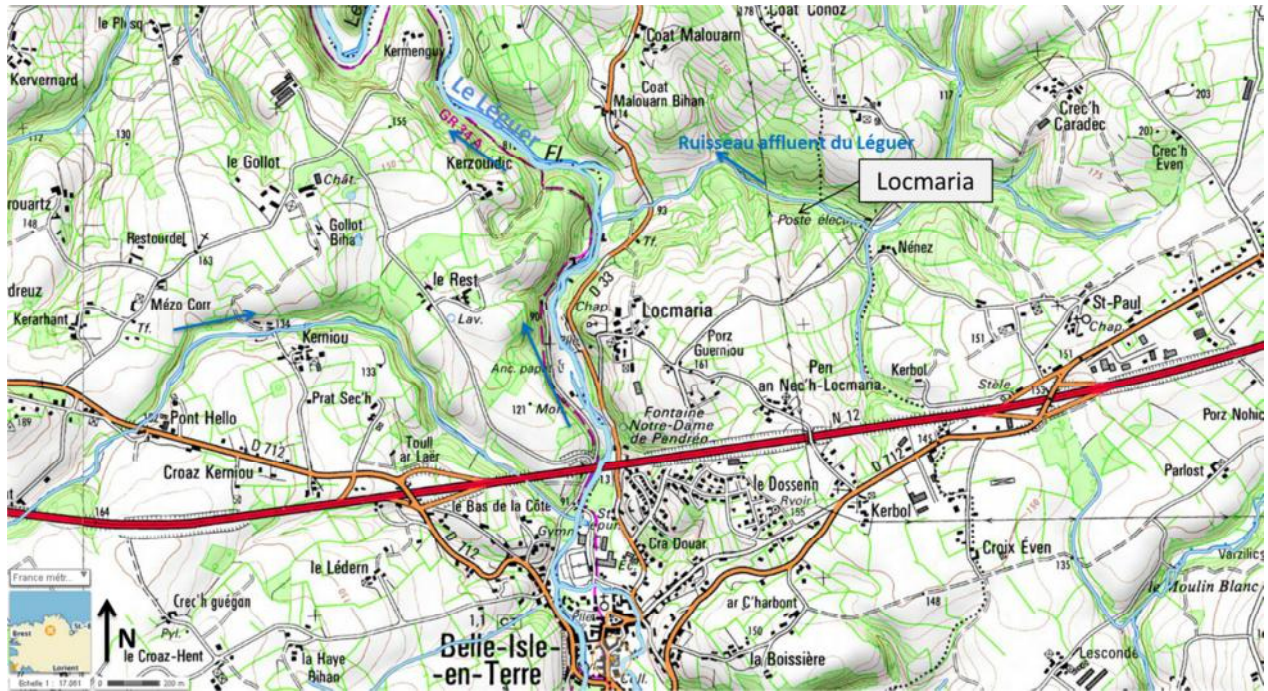


Figure 24 : Réseau hydrographique de surface à proximité de l'ancien site minier de Locmaria (les flèches bleues indiquent le sens des écoulements connus (sur fond Géoportail, ©IGN [3])

3. OBSERVATIONS DE TERRAIN

Date de la visite et contexte	
29 septembre 2015 dans le cadre des contrôles de second niveau du programme MIMAUSA	
Objectifs de la visite	
Sur site : Effectuer des mesures radiométriques, préciser l'usage et l'accès au site, observer l'état de la galerie	
Champ proche : Prélever des échantillons d'eau et de sédiments	
Personnes présentes	
Monsieur le Maire de Locmaria et représentants de l'association Sortir du Nucléaire-Trégor	
Ouvrages visibles ou localisés	Coordonnées GPS (Lambert 93)
Entrée de la descenderie	X = 229420 ; Y = 6847796

3.1. Observations de la situation et des usages actuels du site

Le terrain se situe sur une parcelle privée au milieu d'une forêt assez escarpée et difficile d'accès. Une plateforme permettant l'accès à la descenderie est visible. La descenderie est ouverte (50 cm de diamètre environ) et permet l'accès de personnes (Figure 25). Le site est peu fréquenté mais les personnes présentes lors de la mission de terrain ont indiqué que le site pouvait être visité par des promeneurs susceptibles de ramasser des champignons en saison. Le maire de la commune a signalé la présence de chauves-souris dans la galerie et par conséquent une fréquentation du site par des chiroptérologues. Des minéralogistes sont également présents occasionnellement sur le site [2].

La visite de terrain a confirmé l'absence d'écoulement d'eau provenant de la galerie et a permis d'identifier le risque potentiel de chute et d'effondrement du parement rocheux au-dessus de l'entrée de la descenderie (3-4 mètres de hauteur) mentionné par Areva Mines dans son BE [2].

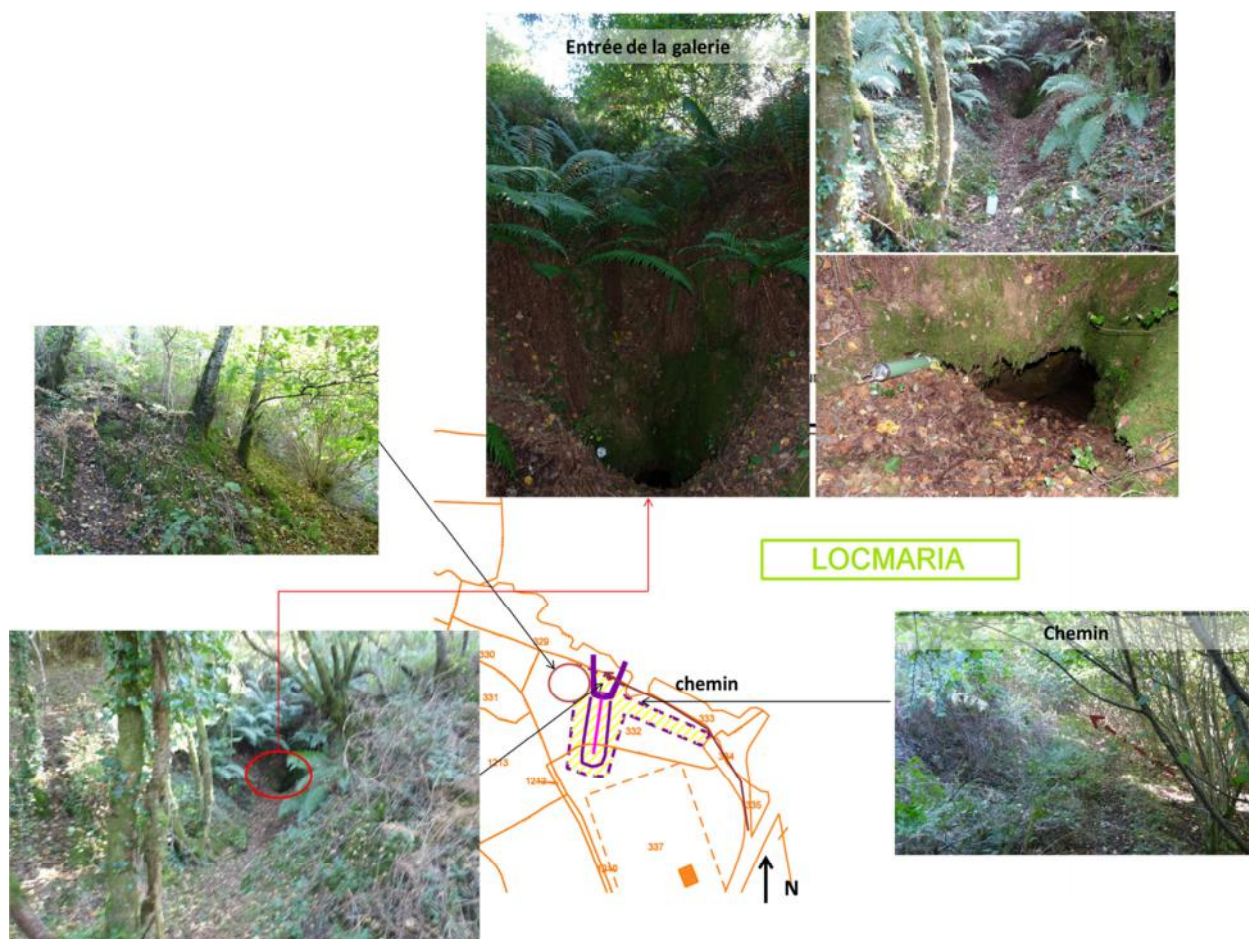


Figure 25 : Photographies du site de Locmaria (localisation des clichés sur plan cadastral [2], photographies ©IRSN)

3.2. Observations concernant la situation radiologique

3.2.1. Mesures radiométriques de surface

Données Areva Mines

Des mesures radiométriques ont été réalisées par Areva Mines en 2012 sur le site de Locmaria au niveau de l'entrée de la descenderie et de la plateforme en stériles (Tableau 8) [2]. Les débits de doses mesurés sont de l'ordre de cinq fois le bruit de fond naturel pour la plateforme (présentant une surface d'environ 1 m²) et jusqu'à plus de 20 fois le bruit de fond naturel à l'entrée de la descenderie.

Tableau 8 : Résultats des mesures radiométriques effectuées par Areva Mines en 2012 sur le site de Locmaria [2]

Secteur	Débits d'équivalent de dose gamma [nSv/h]
Milieu naturel	150
Plateforme en stériles	750-850
Entrée de la descenderie	3800-4100

Contrôles IRSN

Des mesures de débits de dose ont été effectuées par l'IRSN dans le cadre des contrôles de second niveau à l'intérieur de l'entrée de la descenderie, sur la plateforme en stériles, et également sur les flancs est et ouest des anciens travaux miniers (Figure 26).

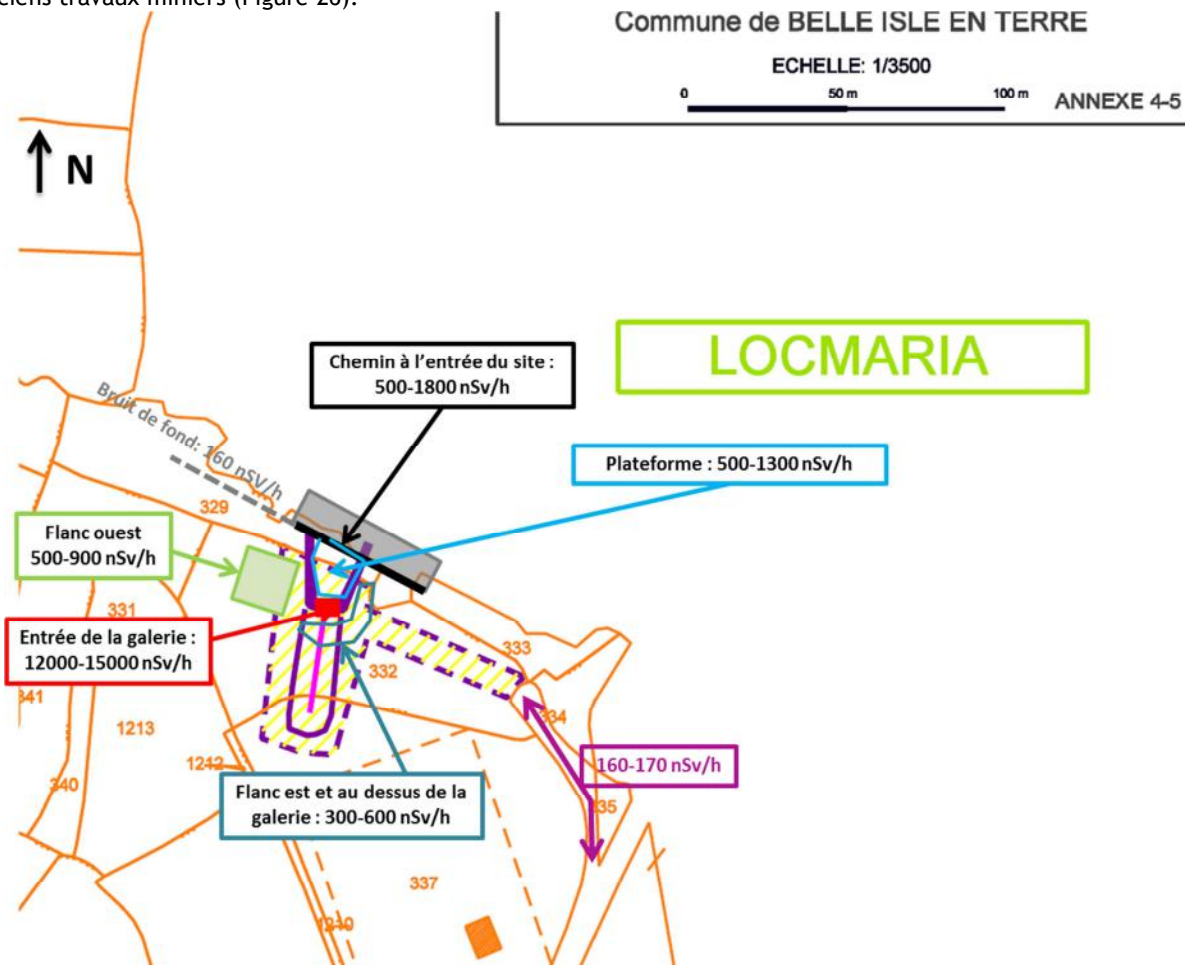


Figure 26 : Résultats des mesures radiométriques réalisées par l'IRSN sur le site de Locmaria (sur plan cadastral [2])

Les mesures révèlent des débits de dose variant de quatre-vingt-dix à cent-quinze fois le bruit de fond naturel à l'intérieur de l'entrée de la galerie et ponctuellement jusqu'à dix fois au niveau de la plateforme précédant celle-ci. Les mesures réalisées aux abords du site (flanc ouest et est, chemin d'accès) varient de deux à treize fois le bruit de fond naturel (Figure 26). Les différences observées entre les résultats IRSN et Areva Mines concernant la galerie peuvent s'expliquer par le fait que l'IRSN a procédé à des mesures à l'intérieur de la galerie. En effet, l'espace plus confiné ainsi que la contribution des descendants émetteurs gamma du radon augmentent considérablement les débits de dose.

3.2.2. Analyses des eaux sous influence potentielle du site

Données Areva Mines

Au cours de la campagne de mesure de 2012, Areva Mines a procédé à un prélèvement d'eau dans le ruisseau affluent du Léguer qui s'écoule au nord en aval et en contrebas du site (Echantillon LOC RUB) (Figure 27).

Les résultats des analyses physico-chimiques et radiologiques (^{238}U et ^{226}Ra sur la fraction dissoute) sur ces échantillons sont présentés dans le Tableau 9.

Tableau 9: Résultats des mesures physico-chimiques et des analyses radiologiques (uranium 238 dissous et radium 226 dissous) effectuées par Areva Mines sur l'échantillon LOC RUB [2]

Nom du point	Commentaires	pH	Conductivité [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	^{238}U dissous [$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$]	^{226}Ra dissous [$\text{mBq}\cdot\text{L}^{-1}$]
LOC RUB	Eau en aval hydraulique du site dans le ruisseau affluent du Léguer	7,1	246	<1	40

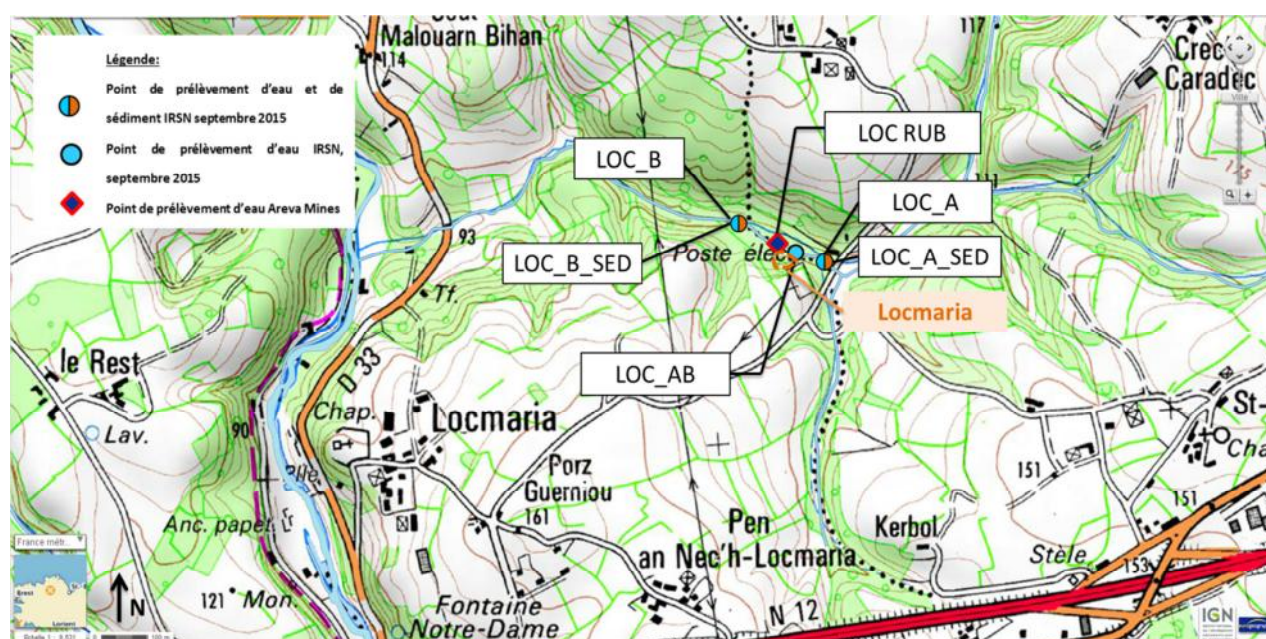


Figure 27 : Localisation des points de prélèvements d'eau et de sédiments effectués par l'IRSN et Areva Mines sur site de Locmaria [2] (sur fond Géoportail IGN © [3])

L'eau en aval hydraulique du site (échantillon LOC RUB) présente pour l'année 2012 des teneurs en uranium 238 et des activités en radium 226 du même ordre de grandeur que celles généralement observées dans des eaux de surface hors influence minière et dans un contexte géologique similaire (Annexe 2).

Contrôles IRSN

Trois prélèvements d'eau ont été effectués par l'IRSN dans le ruisseau affluent du Léguer (Figure 27, Figure 28) :

- en amont du site (Echantillon LOC_A dont les résultats figurent dans l'Annexe 2) ;
- en aval du site (Echantillon LOC_B) ;
- à l'aplomb des travaux miniers (LOC_AB).

Les résultats des analyses physico-chimiques *in situ* et radiologiques sur la fraction totale de ces échantillons sont présentés au Tableau 10.

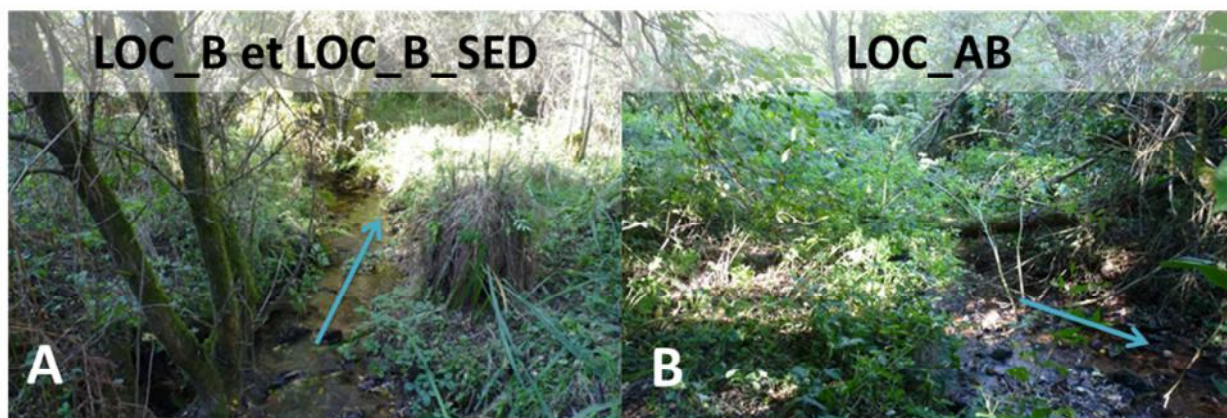


Figure 28 : Photographies des points de prélèvements d'eau et de sédiments réalisés par l'IRSN, A- Aval du site minier de Locmaria (Echantillons LOC_B et LOC_B_SED) et B- Aplomb des anciens travaux miniers de Locmaria (Echantillon LOC_AB) (©IRSN)

Tableau 10 : Résultats des mesures de pH et de conductivité électrique et des analyses radiologiques (uranium et radium 226) effectuées par l'IRSN sur la fraction totale des eaux prélevées dans le ruisseau affluent du Léguer en champ proche du site de Locmaria

Echantillon	Commentaires	pH	Conductivité [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	U_{total} [$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$]	$^{226}\text{Ra}_{\text{total}}$ [$\text{mBq}\cdot\text{L}^{-1}$]
LOC_AB	Eau en aval en contrebas des travaux miniers dans le ruisseau affluent du Léguer	6,5	294	<1	9 ± 9
LOC_B	Eau en aval du site dans le ruisseau affluent du Léguer	6,6	297	<1	$15,1 \pm 7,0$

Les teneurs en uranium et en radium 226 mesurées dans les échantillons LOC_B et LOC_AB sont du même ordre de grandeur que celles généralement observées dans des eaux de surface hors influence minière et dans un contexte géologique similaire (Annexe 2). Les valeurs obtenues sont cohérentes avec celles rapportées par Areva Mines.

3.2.3. Analyses des sédiments dans les rivières potentiellement sous influence du site

Données Areva Mines

Au cours de la campagne de mesure de 2012, Areva Mines n'a procédé à aucun prélèvement de sédiments dans l'environnement du site.

Contrôles IRSN

Deux prélèvements de sédiments ont été effectués par l'IRSN dans l'environnement du site de Locmaria aux mêmes points que les prélèvements d'eau respectivement en amont (LOC_A_SED) et en aval du site (LOC_B_SED) (Figure 27, Figure 28).

Les résultats de l'analyse de la composition radiologique des sédiments de l'échantillon LOC_B_SED sont présentés au Tableau 11. Ceux de l'échantillon LOC_A_SED figurent en Annexe 2. L'activité massique de ^{238}U peut être assimilée à celle de $^{234\text{m}}\text{Pa}$ soit $< 180 \text{ Bq.kg}^{-1}$ pour l'échantillon LOC_B_SED. Celle du ^{226}Ra peut être assimilée à l'activité massique de ^{214}Pb soit $106 \pm 11 \text{ Bq.kg}^{-1}$. Les activités massiques mesurées sont de l'ordre de celles généralement observées dans les sédiments hors influence minière (Annexe 2). Elles ne mettent pas en évidence d'impact du site de Locmaria sur les sédiments prélevés en aval du site.

Tableau 11 : Résultats de l'analyse des sédiments prélevés par l'IRSN dans l'environnement proche du site de Locmaria (échantillon LOC_B_SED)

Echantillon	Commentaires	Activité en [Bq.kg^{-1}] *						
		$^{234\text{m}}\text{Pa}$	^{214}Pb	^{214}Bi	^{210}Pb	^{235}U	^{40}K	^{137}Cs
LOC_B_SED	Sédiment en aval du site dans le ruisseau affluent du Léguer	< 180	106 ± 11	109 ± 13	90 ± 13	$< 2,3$	610 ± 70	$4,6 \pm 0,7$

* exprimé en masse sèche

**Annexe 4: Fiche d'observations de terrain, de mesures radiométriques
et d'analyses des prélèvements effectués sur les anciens sites miniers
de Côtes d'Armor: Site de Coz ty Tano**

Site de Coz ty Tano

Région	Bretagne	Autres sites sur la commune	Néant
Département	Côtes d'Armor (22)		
Commune	Le Vieux Marché		
Cadastre	Propriété non Areva Mines : Commune Le Vieux Marché, section A02, parcelles 863, 869, 870 et 871 (Figure 30)		
Propriété	Privée		
Surface du site	Information non disponible		

Source principale : Areva Mines [2]



Figure 29 : Vue aérienne du site de Coz ty Tano, en orange l'emprise du site (sur fond Géoportail, ©IGN [3])

1. NATURE DES TRAVAUX MINIERS ET REAMENAGEMENTS

Type de travaux	Travaux de recherches par petits chantiers (TRPC) : les travaux miniers ont consisté au creusement d'un puits de 10 m de profondeur et de 5 tranchées dont l'une de 6 m de profondeur pour un volume de 100 m ³ .
Période d'exploitation	1957 à 1958
Production d'uranium [T]	0,1386
Lieu de traitement du minerai	Usine de l'Ecarpière (Loire-Atlantique et Maine et Loire)
Réaménagements réalisés	Les tranchées et le puits ont été rebouchés
Fin des réaménagements	Information non disponible
Servitudes	Information non disponible

Source principale : Areva Mines [2]

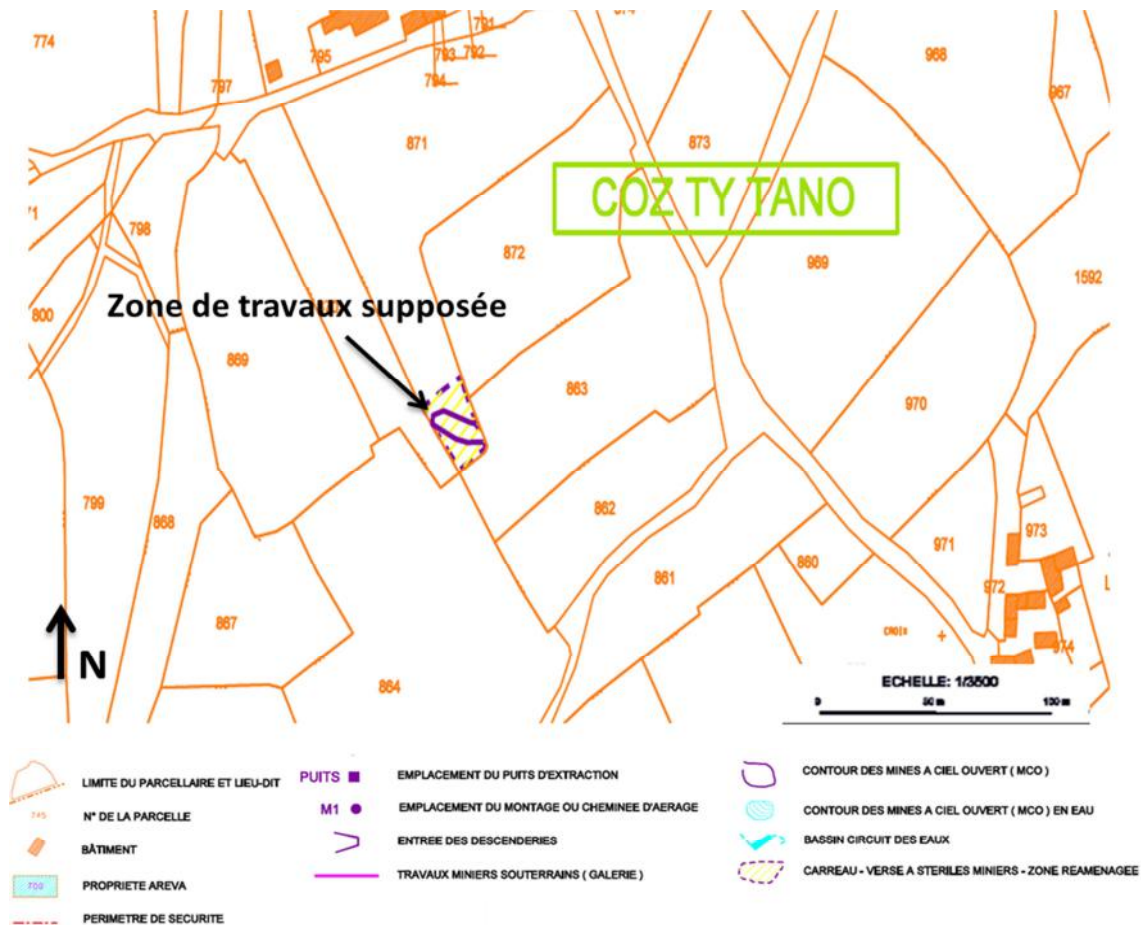


Figure 30 : Situation des travaux miniers du site de Coz ty Tano sur plan cadastral (source Areva Mines [2])

2. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DU SITE ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE SURFACE

Le site de Coz ty Tano est localisé à 3,5 km au nord-de la commune Le Vieux Marché. Il est drainé par un ruisseau affluent de la rivière Léguer qui coule au nord-ouest du site (Figure 31).

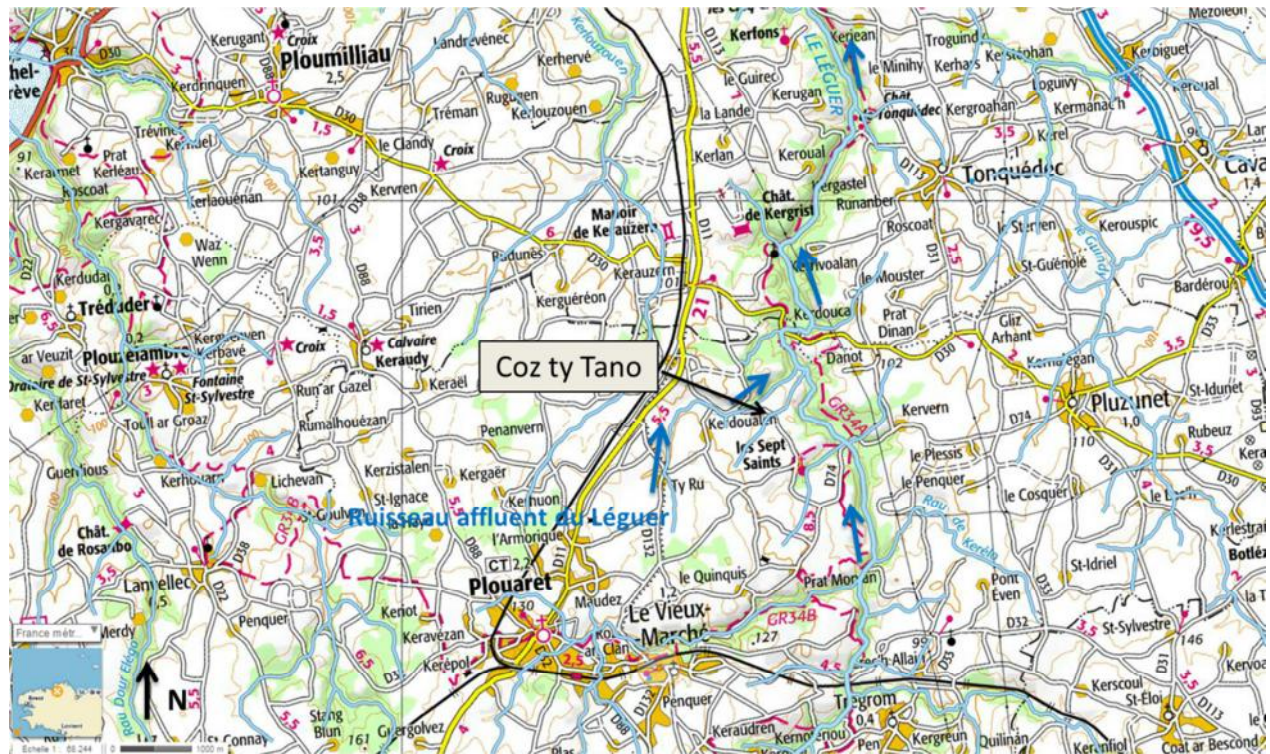


Figure 31 : Réseau hydrographique de surface à proximité de l'ancien site minier de Coz ty Tano (les flèches bleues indiquent le sens des écoulements connus (sur fond Géoportail, ©IGN [3]))

3. OBSERVATIONS DE TERRAIN

Date de la visite et contexte
29 septembre 2015 dans le cadre des contrôles de second niveau du programme MIMAUSA
Objectifs de la visite
<u>Sur site</u> : Effectuer des mesures radiométriques et préciser l'usage du terrain <u>Champ proche</u> : Prélever des échantillons d'eau
Personnes présentes
Représentants de l'association Sortir du Nucléaire-Trégor
Ouvrages visibles ou localisés
Pas d'ouvrage visible

3.1. Observations de la situation et des usages actuels du site

Le site se situe sur des parcelles privées clôturées servant de pâturage pour des poneys (Figure 32).
La visite de terrain a confirmé l'absence d'écoulement d'eau au niveau des anciens travaux miniers.

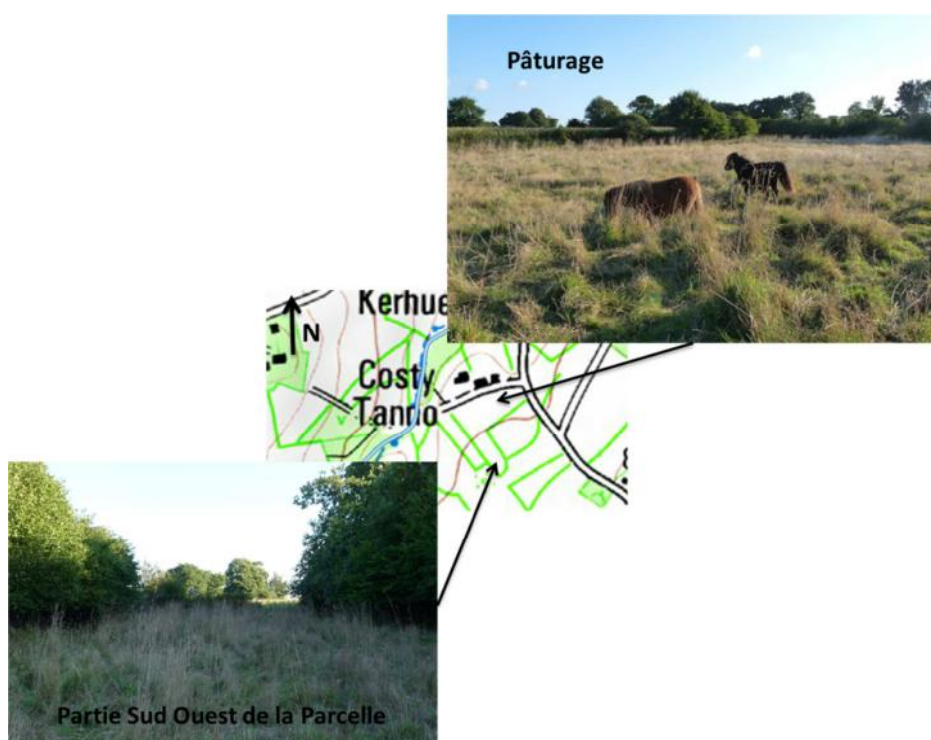


Figure 32 : Photographies du site de Coz ty Tano (localisation des clichés sur plan cadastral [2], photographies ©IRSN)

3.2. Observations concernant la situation radiologique

3.2.1. Mesures radiométriques de surface

Données Areva Mines

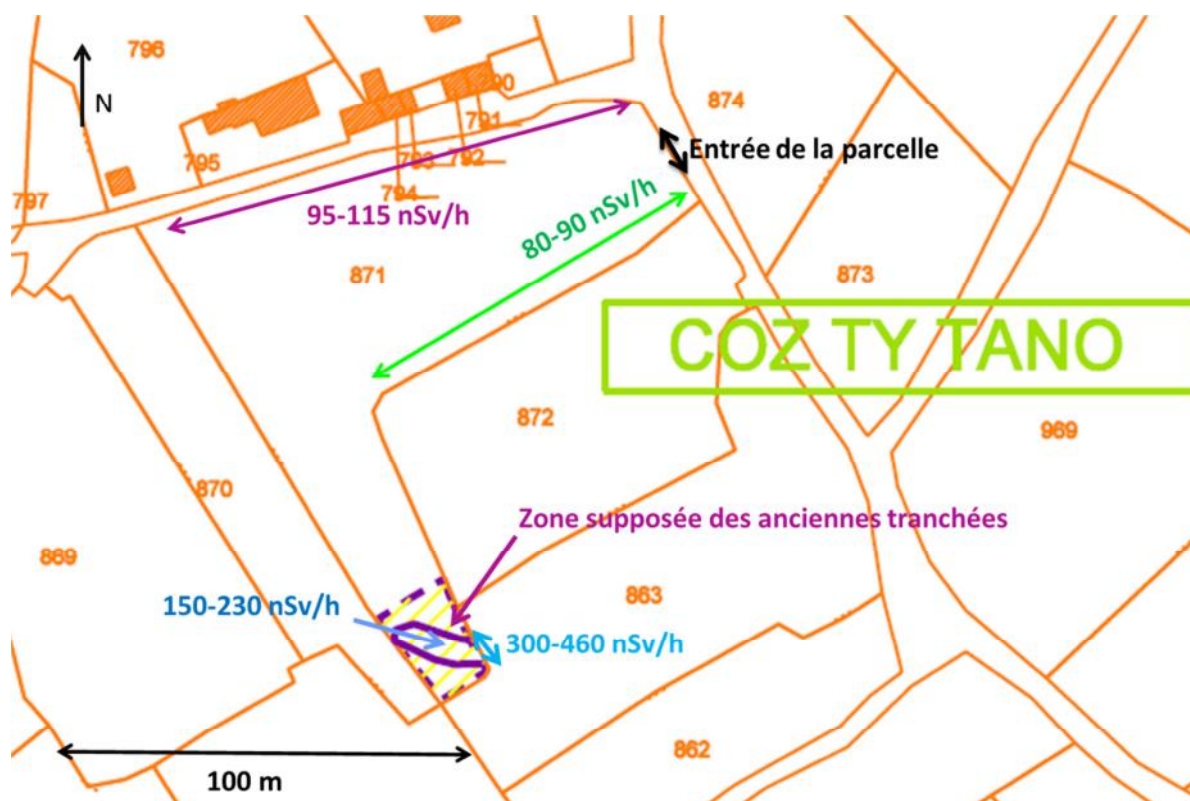
Des mesures radiométriques ont été réalisées par Areva Mines en 2012 sur le site de Coz ty Tano au niveau de l'emplacement supposé des anciennes tranchées (Tableau 12). Les débits de dose mesurés sont de l'ordre de deux fois le bruit de fond naturel.

Tableau 12 : Résultats des mesures radiométriques effectuées par Areva Mines en 2012 sur le site de Coz ty Tano [2]

Secteur	Débits d'équivalent de dose gamma [nSv/h]
Milieu naturel	100
Zone des anciennes tranchées	200-220

Contrôles IRSN

Des mesures de débits de dose ont été effectuées par l'IRSN dans le cadre des contrôles de second niveau au niveau de la zone de localisation supposée des anciennes tranchées ainsi que de part et d'autre de l'entrée de la parcelle (Figure 33).



Les mesures révèlent des débits de dose variant d'une à deux fois le bruit de fond naturel pour l'ensemble de la parcelle (Figure 33). Ces résultats sont cohérents avec ceux d'Areva Mines (Tableau 12). Au niveau de la zone des anciens travaux miniers, un secteur présente des débits de dose un peu plus élevés (300-460 nSv/h) : cette zone correspond vraisemblablement au positionnement des anciennes tranchées.

3.2.2. Analyses des eaux sous influence potentielle du site

Données Areva Mines

Au cours de la campagne de mesure de 2012, Areva Mines n'a procédé à aucun prélèvement d'eau dans l'environnement du site du fait de l'absence d'écoulement sur le site [2].

Contrôles IRSN

Deux prélèvements d'eau ont été effectués par l'IRSN dans un ruisseau affluent du Léguer (Figure 34, Figure 35) :

- à proximité des anciens travaux miniers (Echantillon COZ_AB) ;
- en aval des anciens travaux miniers (Echantillon COZ_B).

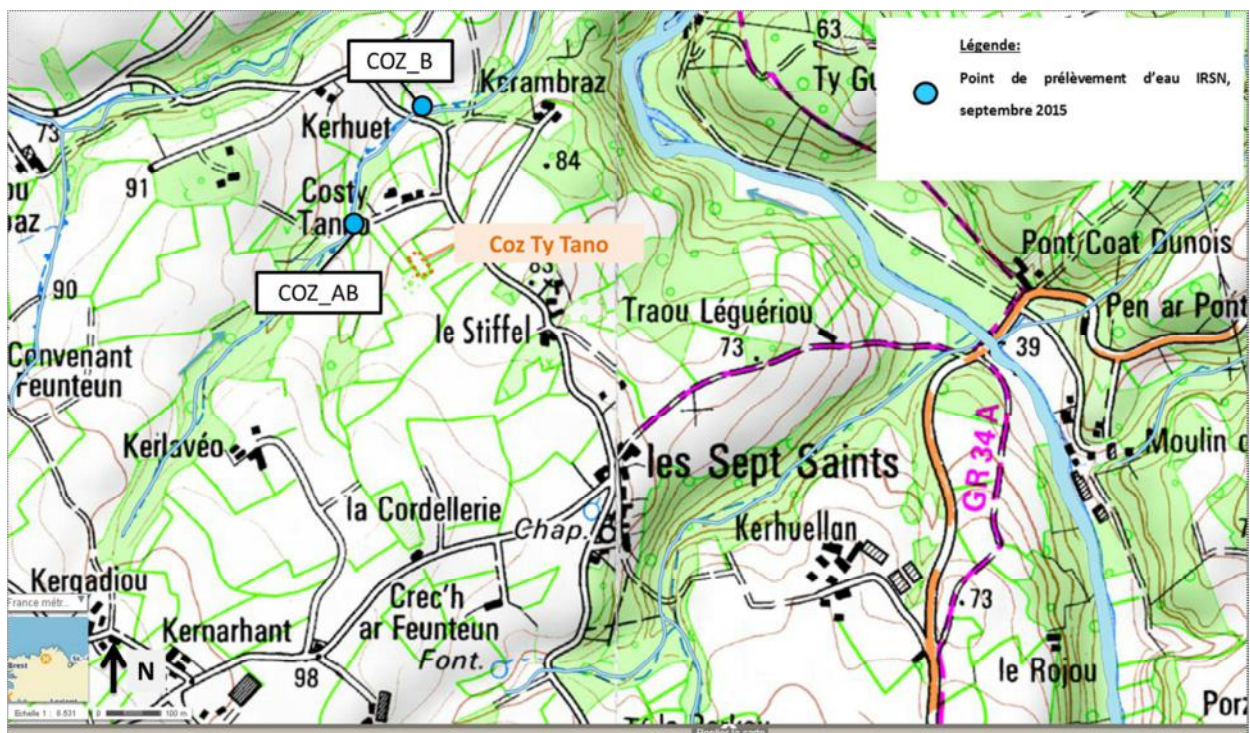


Figure 34 : Localisation des points de prélèvements d'eau effectués par l'IRSN sur le site de Coz ty Tano (sur fond Géoportail, ©IGN [3])



Figure 35 : Photographies des points de prélèvements d'eau IRSN, A- au droit des travaux miniers (échantillon COZ_AB), B- Aval des anciens travaux miniers dans le ruisseau affluent du Léguer (Echantillon COZ_B) (©IRSN)

Les résultats des analyses physico-chimiques *in situ* et radiologiques sur la fraction totale de ces deux échantillons sont présentés au Tableau 13.

Tableau 13 : Résultats des mesures de pH et de conductivité électrique et des analyses radiologiques (uranium et radium 226) effectuées par l'IRSN sur la fraction totale des eaux prélevées en champ proche du site de Coz ty Tano

Echantillon	Commentaires	pH	Conductivité [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	U_{total} [$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$]	$^{226}\text{Ra}_{\text{total}}$ [$\text{mBq}\cdot\text{L}^{-1}$]
COZ_AB	Eau à proximité des travaux miniers dans le ruisseau affluent du Léguer	6,9	274	<1	$20,4 \pm 9,0$
COZ_B	Eau en aval des travaux miniers dans le ruisseau affluent du Léguer	6,7	275	<1	$22,5 \pm 14,0$

Les valeurs en uranium et en radium 226 obtenues pour les échantillons COZ_AB et COZ_B sont du même ordre de grandeur que celles généralement observées dans des eaux de surface hors influence minière et dans un contexte géologique similaire (Annexe 2).

3.2.3. Analyses des sédiments dans les rivières potentiellement sous influence du site

Données Areva Mines

Au cours de la campagne de mesure de 2012, Areva Mines n'a procédé à aucun prélèvement de sédiments dans l'environnement du site.

Contrôles IRSN

Dans le cadre des contrôles second niveau du programme MIMAUSA, l'IRSN n'a procédé à aucun prélèvement de sédiments dans l'environnement du site.

**Annexe 5: Fiche d'observations de terrain, de mesures radiamétriques
et d'analyses des prélèvements effectués sur les anciens sites miniers
de Côtes d'Armor : Site de Traou Ru**

Site de Traou Ru

Région	Bretagne	Autres sites sur la commune	Néant
Département	Côtes d'Armor (22)		
Commune	Lannion		
Cadastre	<u>Propriété non Areva Mines</u> : Commune de Lannion, section 001, parcelle 300 (Figure 37)		
Propriété	Privée		
Surface du site	Information non disponible		

Source principale : Areva Mines [2]

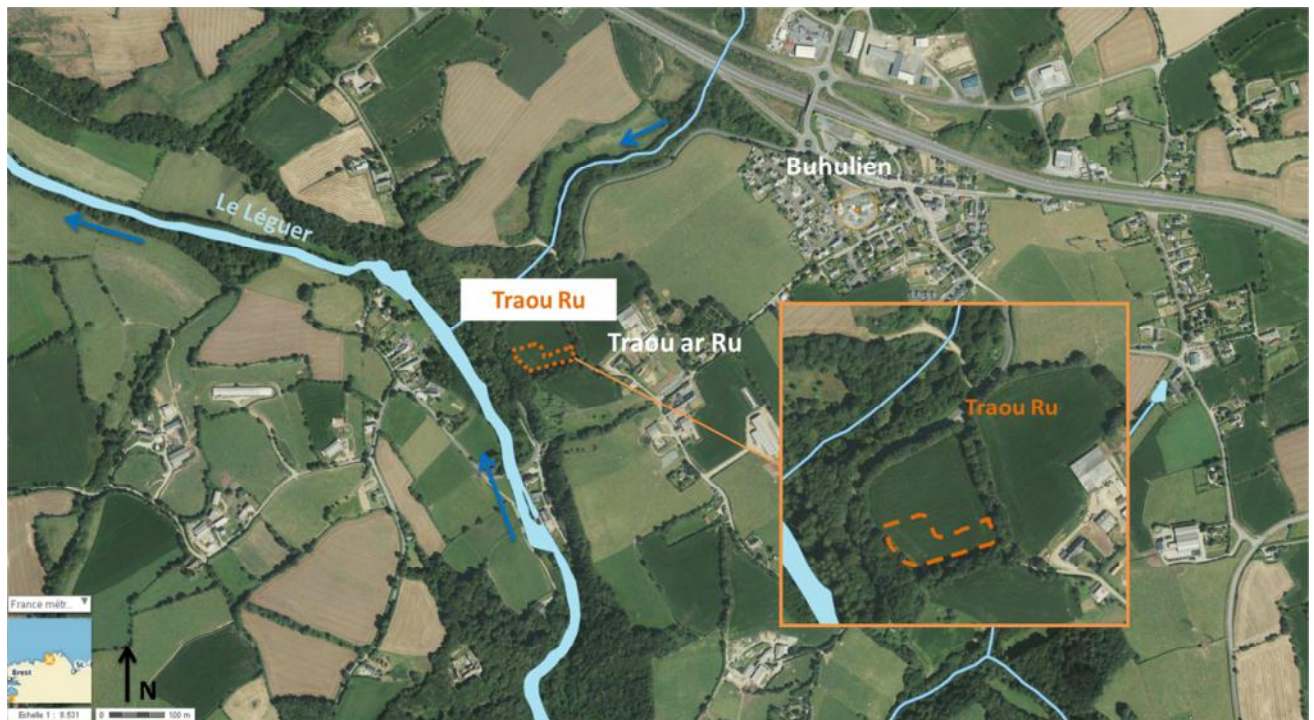


Figure 36 : Vue aérienne du site de Traou Ru, en orange l'emprise du site (sur fond Géoportail, ©IGN [3])

1. NATURE DES TRAVAUX MINIERS ET REAMENAGEMENTS

Type de travaux	Tranchée de reconnaissance par petits chantiers (TRPC) : les travaux ont consisté au creusement d'une tranchée de 20 m de long par 15 m de large sur 12 m de profondeur. En fond de fouille, un puits boisé en chêne a été creusé (2,4 m sur 1,6 m et 21 m de profondeur). A partir de ce dernier, un traçage Nord de 22,2 m et une recoupe de 3 m ainsi qu'un traçage Sud de 33,6 m avaient été amorcés. Selon le propriétaire du terrain, il y avait deux puits carrés côte à côte de 2 m sur 2 m de dimension avec des poteaux en chêne.
Période d'exploitation	1956 à 1957
Production d'uranium [T]	1,459
Lieu de traitement du minerai	Usine de l'Ecarpière (Loire-Atlantique et Maine et Loire)
Réaménagements réalisés	Le puits a été rebouché avec des stériles en 1961.
Fin des réaménagements	1961
Servitudes	Information non disponible

Source principale : Areva Mines [2]

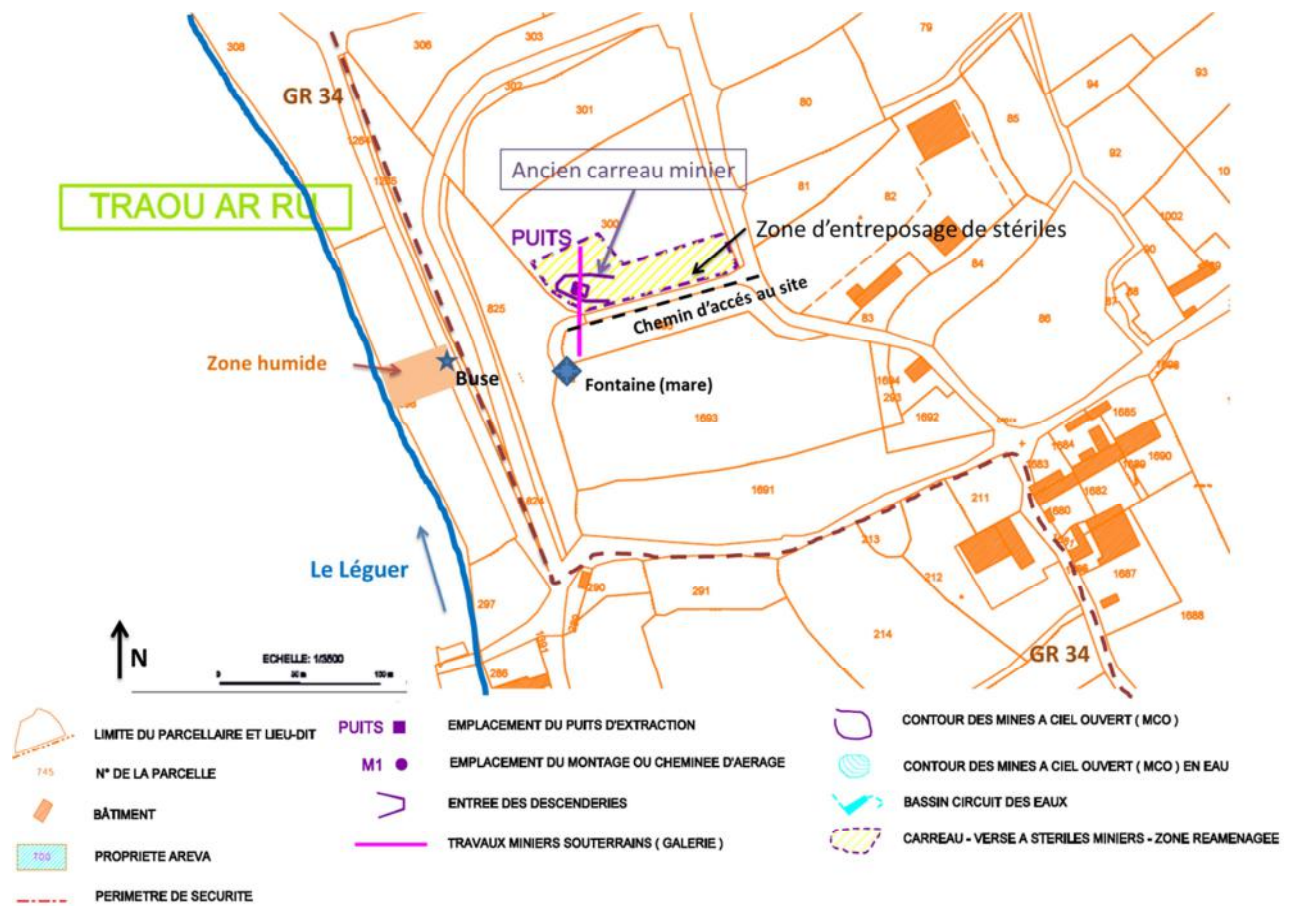


Figure 37 : Situation des travaux miniers du site de Traou Ru sur plan cadastral (source Areva Mines [2])

L'emplacement du puits et de la tranchée est donné à titre indicatif car aucun ouvrage n'est visible selon le BE d'Areva Mines [2].

2. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DU SITE ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE SURFACE

Le site de Traou Ru est localisé à 3,5 km au sud-est de Lannion. Il est drainé par la rivière Le Léguer qui coule à environ 100 mètres au sud-ouest du site (Figure 38).

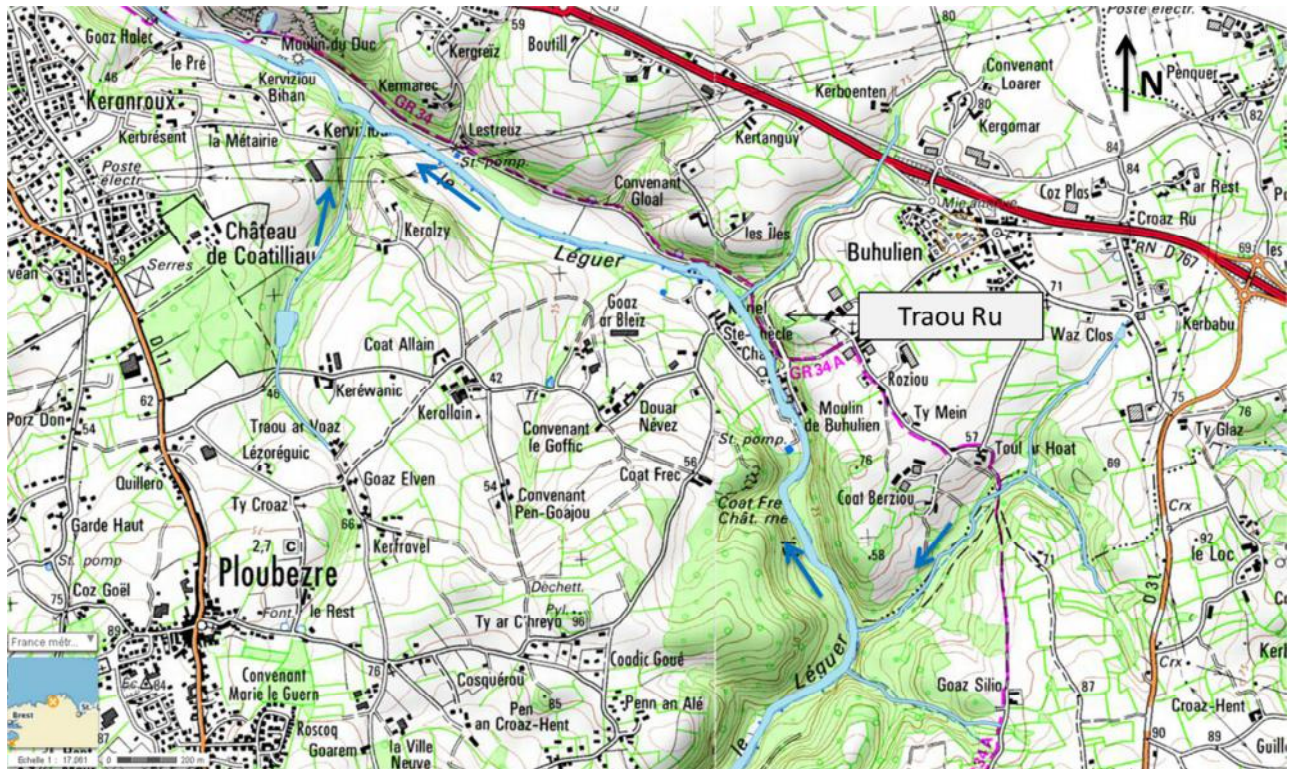


Figure 38 : Réseau hydrographique de surface à proximité de l'ancien site minier de Traou Ru (les flèches en bleues indiquent le sens des écoulements connus) (sur fond Géoportail, ©IGN [3])

3. OBSERVATIONS DE TERRAIN

Date de la visite et contexte
29 septembre 2015 dans le cadre des contrôles de second niveau du programme MIMAUSA
Objectifs de la visite
<u>Sur site</u> : Effectuer des mesures radiométriques, préciser l'usage et l'accès au site <u>Champ proche</u> : Prélever des échantillons d'eau et de sédiments
Personnes présentes
Monsieur le Maire de Lannion, Monsieur le propriétaire du terrain et les représentants de l'association Sortir du Nucléaire-Trégor
Ouvrages visibles ou localisés
Pas d'ouvrage visible

3.1. Observations de la situation et des usages actuels du site

Les anciens travaux miniers se situent sur une parcelle privée (Figure 39). Il s'agit d'un champ cultivé (culture de maïs lors de la visite de l'IRSN en 2015) (Figure 39). Dans son BE, Areva Mines mentionne l'existence d'une zone d'entreposage de stériles miniers qui a pu être localisée par l'IRSN au niveau de la partie sud-sud-ouest du champ de maïs sur la base des mesures radiométriques.

En aval des travaux miniers, au niveau de l'emplacement de la fontaine mentionnée sur l'extrait du cadastre du BE d'Areva Mines [2], l'IRSN a observé un creux pouvant être assimilé à une petite mare.

Un chemin de grande randonnée (GR 34) passe en contrebas du site près de la rivière Le Léguer. Il se situe juste au-dessus d'un écoulement d'eau canalisé par une buse dont le tracé est inconnu selon la municipalité. Une zone humide riche en terres ferrugineuses a été identifiée en sortie de buse.

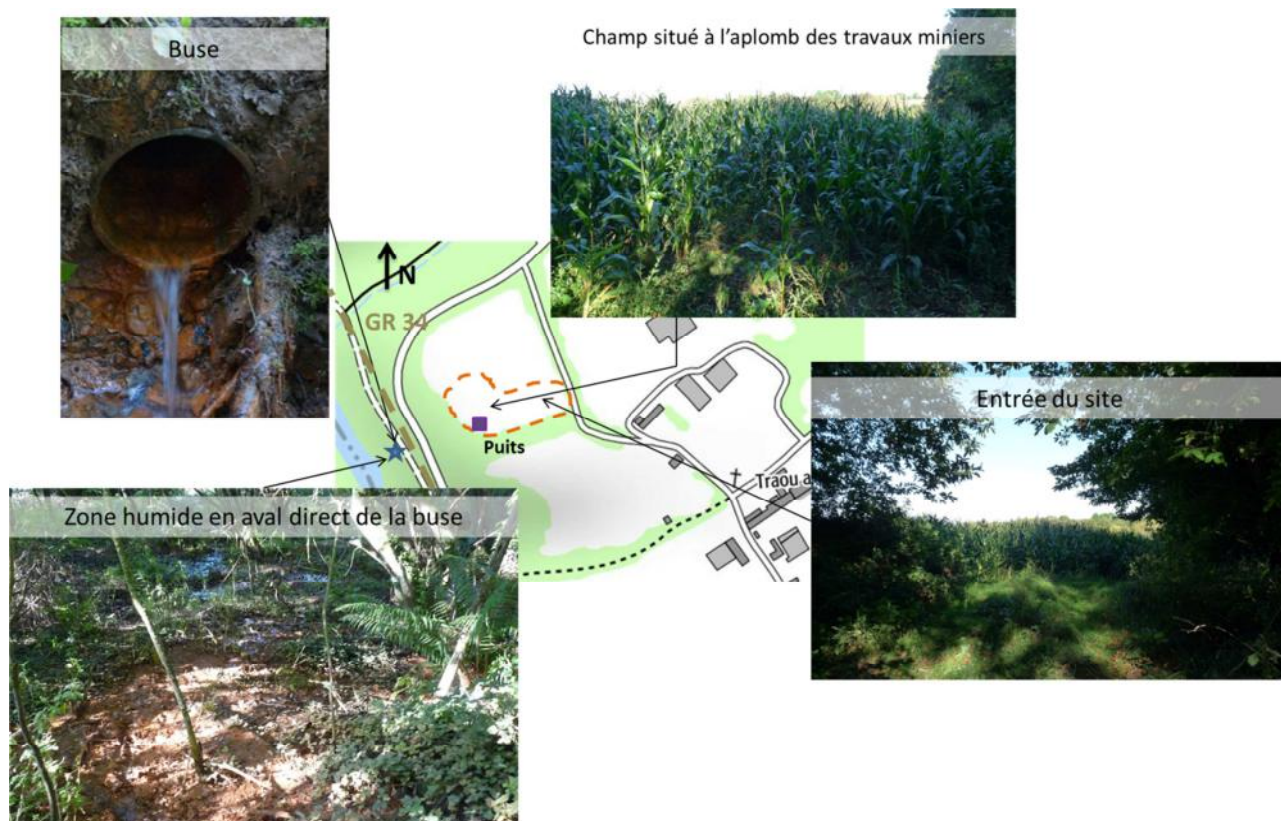


Figure 39 : Photographies du site de Traou Ru et de son environnement proche (localisation des clichés sur plan cadastral [2], photographies ©IRSN)

3.2. Observations concernant la situation radiologique

3.2.1. Mesures radiométriques de surface

Données Areva Mines

Des mesures radiométriques ont été réalisées par Areva Mines en 2012 sur le site de Traou Ru au niveau de la zone d'entreposage des stériles miniers et de la parcelle en aval du puits près de la rivière Le Léguer (Tableau 14). Les débits de dose mesurés sont de l'ordre de trois à huit fois le bruit de fond naturel.

Tableau 14 : Résultats des mesures radiométriques effectuées par Areva Mines en 2012 sur le site de Traou Ru [2]

Secteur	Débits d'équivalent de dose gamma [nSv/h]
Milieu naturel	100
Zone entreposage des stériles miniers	340-400
Parcelle en aval du puits	500-780

Contrôles IRSN

Des mesures de débits de dose ont été effectuées par l'IRSN dans le cadre des contrôles de second niveau au niveau de l'entrée du site, de la zone est du champ où est planté le maïs, du talus bordant ce dernier ainsi que de la zone humide en aval direct de la buse (Figure 40).

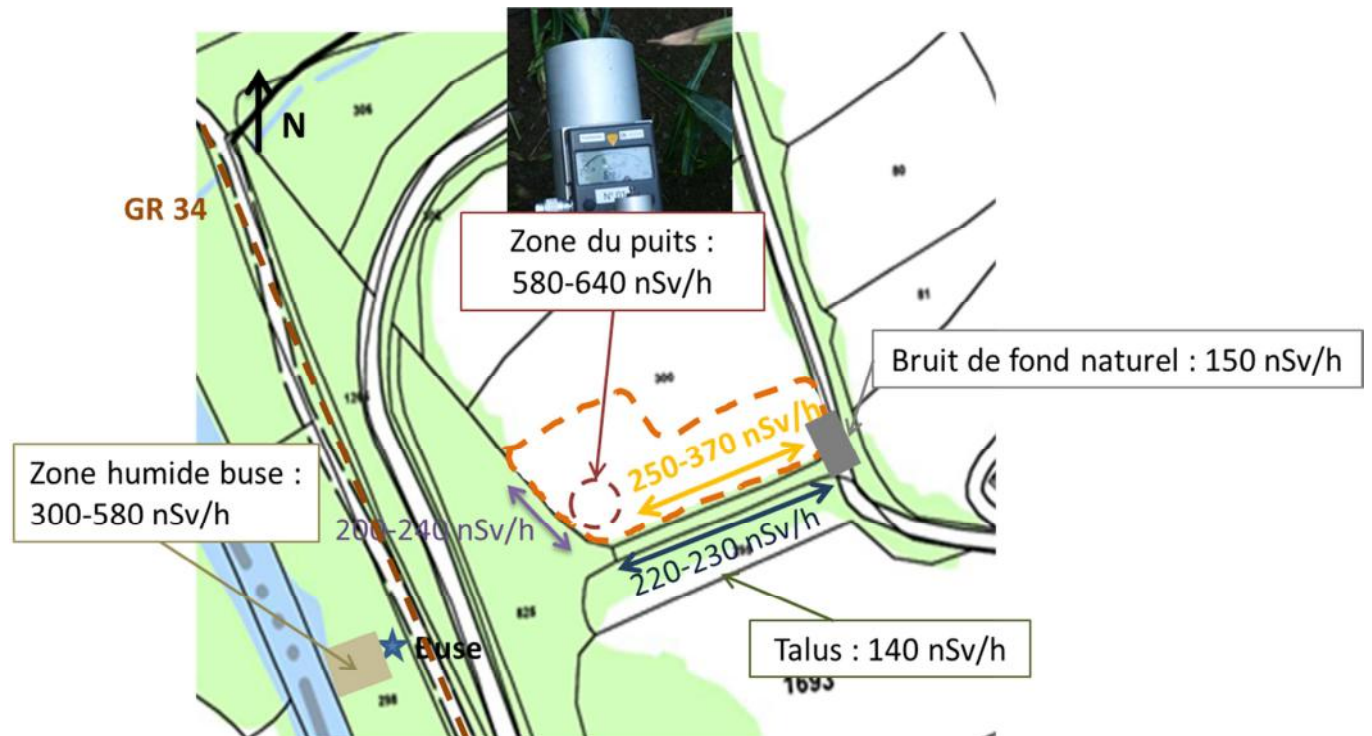


Figure 40 : Résultats des mesures radiométriques réalisées par l'IRSN sur le site de Traou Ru (sur fond Géoportail, ©IGN [3])

Les mesures révèlent des débits de dose de trois fois le bruit de fond naturel pour la partie est du site (Figure 40). Ces résultats sont cohérents avec ceux d'Areva Mines (Tableau 14). Une zone d'environ 1 à 2 m² présente des débits de dose de 580-640 nSv/h, cette zone se situe à l'emplacement du puits indiqué par Areva Mines dans son BE.

En ce qui concerne la zone humide en aval direct de la buse, des débits de dose compris entre 300 et 580 nSv/h ont été mesurés, ce qui est cohérent avec les mesures réalisées sur la parcelle en aval du puits par Areva Mines.

3.2.2. Analyses des eaux sous influence potentielle du site

Données Areva Mines

Au cours de la campagne de mesure de 2012, Areva Mines a procédé à un prélèvement d'eau en sortie de buse, en aval hydraulique du site (Echantillon TRA RUB) (Figure 41).

Les résultats des analyses physico-chimiques et radiologiques (²³⁸U et ²²⁶Ra sur la fraction dissoute) sur cet échantillon sont présentés dans le Tableau 15.

Tableau 15 : Résultats des mesures physico-chimiques et des analyses radiologiques (uranium 238 dissous et radium 226 dissous) effectuées par Areva Mines sur l'échantillon TRA RUB

Nom du point	Commentaires	pH	Conductivité [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	^{238}U dissous [$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$]	^{226}Ra dissous [$\text{mBq}\cdot\text{L}^{-1}$]
TRA RUB	Eau en sortie de buse, en aval hydraulique du site	6,4	438	<1	770

L'eau à la sortie de la buse (échantillon TRA RUB) présente pour l'année 2012 une teneur en uranium 238 du même ordre de grandeur que celle généralement mesurée dans des eaux de surface hors influence minière et dans un contexte géologique similaire (Annexe 2). L'activité en radium 226 ($770 \text{ mBq}\cdot\text{L}^{-1}$) est supérieure de plus d'un facteur 10 à celle caractéristique d'une eau de surface hors influence minière.

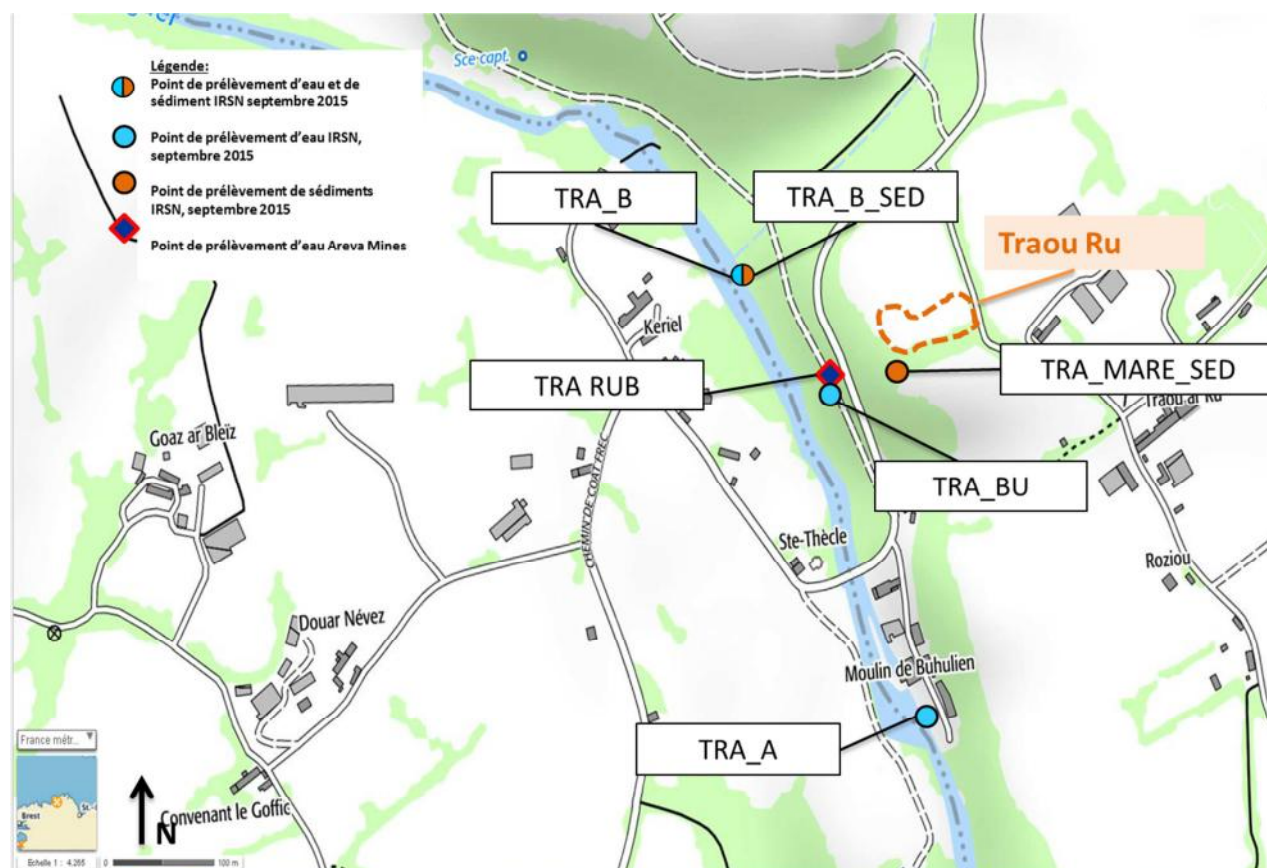


Figure 41 : Localisation des points de prélèvements d'eau et de sédiments effectués par l'IRSN et Areva Mines sur site de Traou Ru [2] (sur fond Géoportail, ©IGN [3])

Contrôles IRSN

Trois prélèvements d'eau ont été effectués par l'IRSN (Figure 41, Figure 42) :

- un prélèvement en amont du site sur la rivière Le Léguer (Echantillon TRA_A, ce point se trouve en aval de Coz ty Tano) ;
- un prélèvement en aval du site sur la rivière Le Léguer (Echantillon TRA_B) ;
- un prélèvement à la sortie de la buse (Echantillon TRA_BU).



Figure 42 : Photographies des points de prélèvements d'eau IRSN, A- Amont du site minier de Traou Ru (Echantillon TRA_A), B- Aval du site minier de Traou Ru (Echantillon TRA_B) et C- Buse en aval des travaux miniers de Traou Ru (Echantillon TRA_BU) (IRSN©)

Les résultats des analyses physico-chimiques *in situ* et radiologiques sur la fraction totale de ces échantillons sont présentés au Tableau 16. Des analyses radiologiques sur la fraction dissoute et particulaire de l'eau en sortie de la buse ont également été réalisées (Tableau 17).

Tableau 16 : Résultats des mesures de pH, de conductivité électrique et des analyses radiologiques (uranium et radium 226) sur les fractions totales des eaux prélevées en champ proche et dans l'eau provenant de la buse du site de Traou Ru

Echantillon	Commentaires	pH	Conductivité [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	U_{total} [$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$]	$^{226}\text{Ra}_{\text{total}}$ [$\text{mBq}\cdot\text{L}^{-1}$]
TRA_A	Eau en amont du site dans la rivière Le Léguer	6,4	224	<1	$10,0 \pm 7,0$
TRA_B	Eau en aval du site dans la rivière Le Léguer	6,3	225	<1	$45,0 \pm 14,0$
TRA_BU	Eau en sortie de buse en aval du site	6,3	468	<1	$722,9 \pm 154,6$

Tableau 17 : Résultats des mesures de pH, de conductivité électrique et des analyses radiologiques (uranium et radium 226) sur les fractions dissoutes et particulaires de l'eau provenant de la buse du site de Traou Ru

Echantillon	Commentaires	pH	Conductivité [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	U [$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$]		^{226}Ra [$\text{mBq}\cdot\text{L}^{-1}$]	
				Dissous	Particulaire	Dissous	Particulaire
TRA_BU	Eau en sortie de buse en aval du site	6,3	468	<1	<0,06	703 ± 150	$19,9 \pm 4,6$

Les teneurs en uranium et en radium 226 mesurées dans les échantillons TRA_A et TRA_B sont du même ordre de grandeur que celles généralement observées dans des eaux de surface hors influence minière et dans un contexte géologique similaire (Annexe 2).

Les résultats IRSN de l'échantillon TRA_BU (eau sortant de la buse en aval du site minier) sont cohérents avec ceux présentés par Areva Mines (Tableau 15). La teneur en uranium est équivalente au bruit de fond. En revanche, l'activité du radium 226 ($722,9 \pm 154,6 \text{ mBq}\cdot\text{L}^{-1}$) est supérieure de plus d'un facteur 10 aux activités généralement observées dans les eaux de surface hors influence minière. Le radium 226 se trouve essentiellement concentré dans la fraction dissoute (Tableau 17).

3.2.3. Analyses des sédiments dans les rivières potentiellement sous influence du site

Données Areva Mines

Au cours de la campagne de mesure de 2012, Areva Mines n'a procédé à aucun prélèvement de sédiments dans l'environnement du site.

Contrôles IRSN

Un prélèvement de sédiments a été effectué par l'IRSN dans l'environnement du site (Figure 41) :

- un prélèvement au niveau de l'aval du site de Traou Ru dans la rivière Le Léguer (Echantillon TRA_B_SED).

Les résultats de l'analyse de la composition radiologique des sédiments sont présentés au Tableau 18.

Tableau 18 : Résultats de l'analyse des sédiments prélevés par l'IRSN en environnement proche du site de Traou Ru au point TRA_B_SED

Echantillon	Commentaires	Activité en [Bq.Kg ⁻¹]*						
		^{234m} Pa	²¹⁴ Pb	²¹⁴ Bi	²¹⁰ Pb	²³⁵ U	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs
TRA_B_SED	Sédiments en aval du site dans Le Léguer	< 120	88 ± 9	90 ± 10	83 ± 10	< 1	590 ± 60	3,28 ± 0,42

*exprimé en masse sèche

L'activité massique de ²³⁸U peut être assimilée à celle de ^{234m}Pa soit < 120 Bq.kg⁻¹ et celle du ²²⁶Ra à l'activité massique de ²¹⁴Pb soit 88 ± 9 Bq.kg⁻¹ pour l'échantillon TRA_B_SED. Les activités massiques mesurées sont de l'ordre des activités mesurées pour des sédiments hors influence dans un même contexte géologique (Annexe 2). Ces valeurs ne mettent pas en évidence d'impact du site de Traou Ru sur les sédiments de la rivière Le Léguer.

3.2.4. Analyses de sol potentiellement sous influence du site

Au cours de la visite du site, trois prélèvements de sol ont été effectués par l'IRSN (Figure 43, Figure 44) :

- un prélèvement au niveau de la zone humide en contrebas de la buse (Echantillon TRA_BU_SOL) ;
- un prélèvement au niveau de la zone humide en contrebas, éloigné de quelques mètres de la buse (Echantillon TRA_BU_SOL_B) ;
- un prélèvement au niveau d'un point d'eau stagnante (mare) potentiellement assimilable à la fontaine mentionnée par le cadastre en coin de parcelle 295 (Echantillon TRA_MARE_SED).



Figure 43 : Localisation des échantillons de sol prélevés au niveau de la zone humide par l'IRSN dans l'environnement proche du site de Traou Ru (sur fond Géoportail, ©IGN [3])

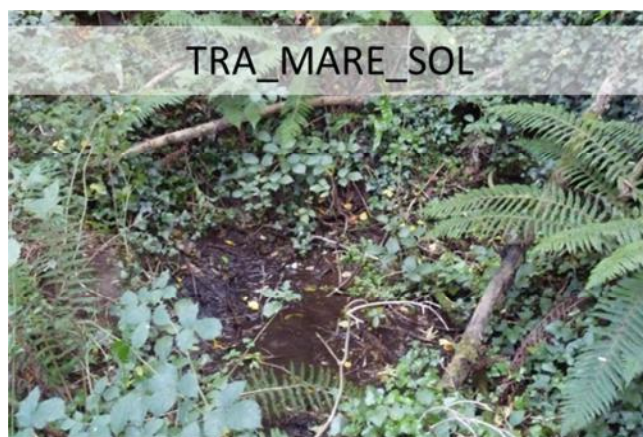


Figure 44 : Photographie du point de prélèvement de sédiments réalisé par l'IRSN dans la mare (Echantillon TRA_MARE_SOL) (©IRSN)

Les résultats de l'analyse de la composition radiologique des échantillons sont présentés au Tableau 19.

Tableau 19 : Résultats des analyses de sols de la zone humide et de la mare prélevés par l'IRSN sur le site de Traou Ru (échantillons TRA_BU_SOL, TRA_BU_SOL_B et TRA_MARE_SOL)

Echantillon	Echantillon	Activité en [Bq.kg ⁻¹]*						
		^{234m} Pa	²¹⁴ Pb	²¹⁴ Bi	²¹⁰ Pb	²³⁵ U	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs
TRA_BU_SOL	Sol en aval de la buse	< 900	11500 ± 1200	11500 ± 1100	275 ± 34	<13	390 ± 60	3,2 ± 1,3
TRA_BU_SOL_B	Sol en aval de la buse (quelques mètres plus bas)	< 700	4780 ± 480	4860 ± 450	184 ± 36	<12	580 ± 70	2,2 ± 1
TRA_MARE_SOL	Terres de la mare en aval du site	280 ± 130	300 ± 31	291 ± 31	640 ± 80	11,5 ± 1,8	380 ± 44	5,7 ± 0,8

*exprimé en masse sèche

L'activité massique de ²³⁸U peut être assimilée à celle de ^{234m}Pa soit < 900 Bq.kg⁻¹ pour l'échantillon TRA_BU_SOL, < 700 Bq.kg⁻¹ pour l'échantillon TRA_BU_SOL_B et 280 ± 13 Bq.kg⁻¹ pour l'échantillon TRA_MARE_SOL. Celle du ²²⁶Ra peut être assimilée à l'activité massique de ²¹⁴Pb soit 11500 ± 1200 Bq.kg⁻¹ pour TRA_BU_SOL, 4780 ± 480 Bq.kg⁻¹ pour TRA_BU_SOL_B et 300 ± 13 Bq.kg⁻¹ pour TRA_MARE_SOL.

S'agissant de la mare, les activités massiques mesurées sont de l'ordre des activités attendues pour un sol hors influence minière. Il n'y a donc pas d'impact du site sur la terre en fond de mare en aval du site.

S'agissant des sols de la zone humide, les résultats montrent un fort déséquilibre entre l'²³⁸U et ²²⁶Ra en faveur du ²²⁶Ra. Les sols sont tous deux marqués radiologiquement par le radium 226. L'activité du radium diminue quand on s'éloigne de la buse. Ces données sont cohérentes avec le marquage en radium 226 de l'eau en sortie de buse.

3.3. Mesures complémentaires à la demande de l'association Sortir du Nucléaire-Trégor

L'association SDN-Trégor a fait parvenir à l'IRSN un schéma de travaux miniers souterrains de Traou Ru réalisé par le géologue B. Mulot en 1971 (Figure 45) sur lequel on distingue une faille à mispickel (arséniosulfure de fer) au niveau du creusement du puits de la mine. Cette observation a conduit l'association à demander à l'IRSN de réaliser, en marge des contrôles de second niveau, des mesures en arsenic dans des échantillons d'eau, de sédiments et de sols. Les résultats des analyses de ces prélèvements sont reportés au Tableau 20.

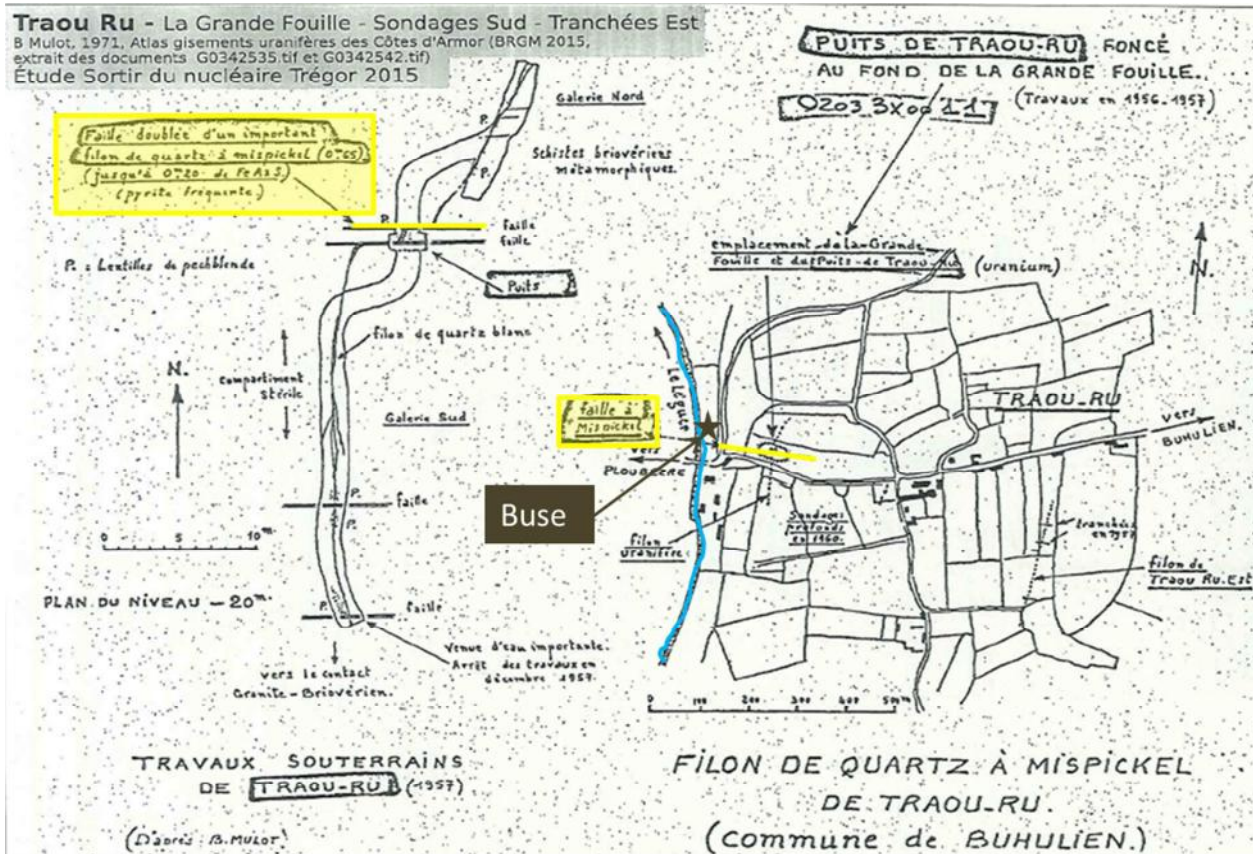


Figure 45 : Schémas des anciens travaux miniers de Traou Ru de B. Mulot extraits de « l'Atlas gisements uranifères des Cotes d'Armor » fourni par l'association SDN-Trégor lors de la visite de terrain de l'IRSN

Echantillon	Commentaires	Arsenic
Eaux		
TRA_A	Eau en amont du site dans la rivière Le Léguer	3,4 ± 0,5 µg.L ⁻¹
TRA_B	Eau en aval du site dans la rivière Le Léguer	5,3 ± 0,7 µg.L ⁻¹
TRA_BU	Eau en sortie de buse en aval du site	6,3 ± 0,9 µg.L ⁻¹
Sédiments		
TRA_B_SED	Sédiments en aval du site dans Le Léguer	3,2 ± 0,3 ppm
Sols		
TRA_BU_SOL	Sol en aval de la buse	175,0 ± 14,9 ppm
TRA_BU_SOL_B	Sol en aval de la buse (quelques mètres plus bas)	61,0 ± 5,2 ppm
TRA_MARE_SOL	Terres de la mare en aval du site	33,0 ± 2,8 ppm

Tableau 20 : Résultats des mesures d'arsenic réalisées dans les eaux, les sédiments et les sols dans l'environnement du site de Traou Ru

S'agissant des teneurs en arsenic mesurées dans les trois échantillons d'eau, elles sont de l'ordre de 5 µg.L⁻¹ (Tableau 20). Elles sont supérieures d'un facteur 3 comparées aux teneurs moyennes des eaux de surface locale, de l'ordre de 1,5 µg.L⁻¹ [20].

Le Code de la Santé Publique prévoit aux articles R.1321-1 à R.1321-66 complété par des arrêtés d'application (particulièrement celui du 11/01/2007) une limite de concentration en arsenic de 10 µg.L⁻¹ pour l'eau destinée à

la consommation humaine et de $100 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ pour une eau brute (de surface ou souterraine) pouvant devenir potentiellement potabilisable [23]. Ainsi, les valeurs mesurées dans les eaux sont inférieures à la valeur guide prévue par la réglementation.

S'agissant des teneurs en arsenic dans les sédiments, l'inventaire minier du territoire métropolitain établi par le BRGM indique des valeurs comprises dans une gamme de 5 à 10 ppm dans la même couche géologique que celle où se situent les anciens travaux miniers de Traou Ru [21]. La teneur dans les sédiments du Léguer au point de prélèvement TRA_B_SED ($3,2 \pm 0,3$ ppm) est du même ordre de grandeur.

Enfin, s'agissant des valeurs mesurées en arsenic dans les sols, les trois valeurs sont supérieures à la donnée définie par l'inventaire minier du territoire métropolitain.

**Annexe 6: Fiche d'observations de terrain, de mesures radiométriques
et d'analyses des prélèvements effectués sur les anciens sites miniers
du Côtes d'Armor : Site de Kerlogoden**

Site de Kerlogoden

Région	Bretagne	Autres sites sur la commune	Néant
Département	Côtes d'Armor (22)		
Commune	Bégard		
Cadastre	Propriété non Areva Mines : Commune de Bégard, section E4, parcelle 854 (Figure 47)		
Propriété	Privée		
Surface du site	Information non disponible		

Source principale : Areva Mines [2]

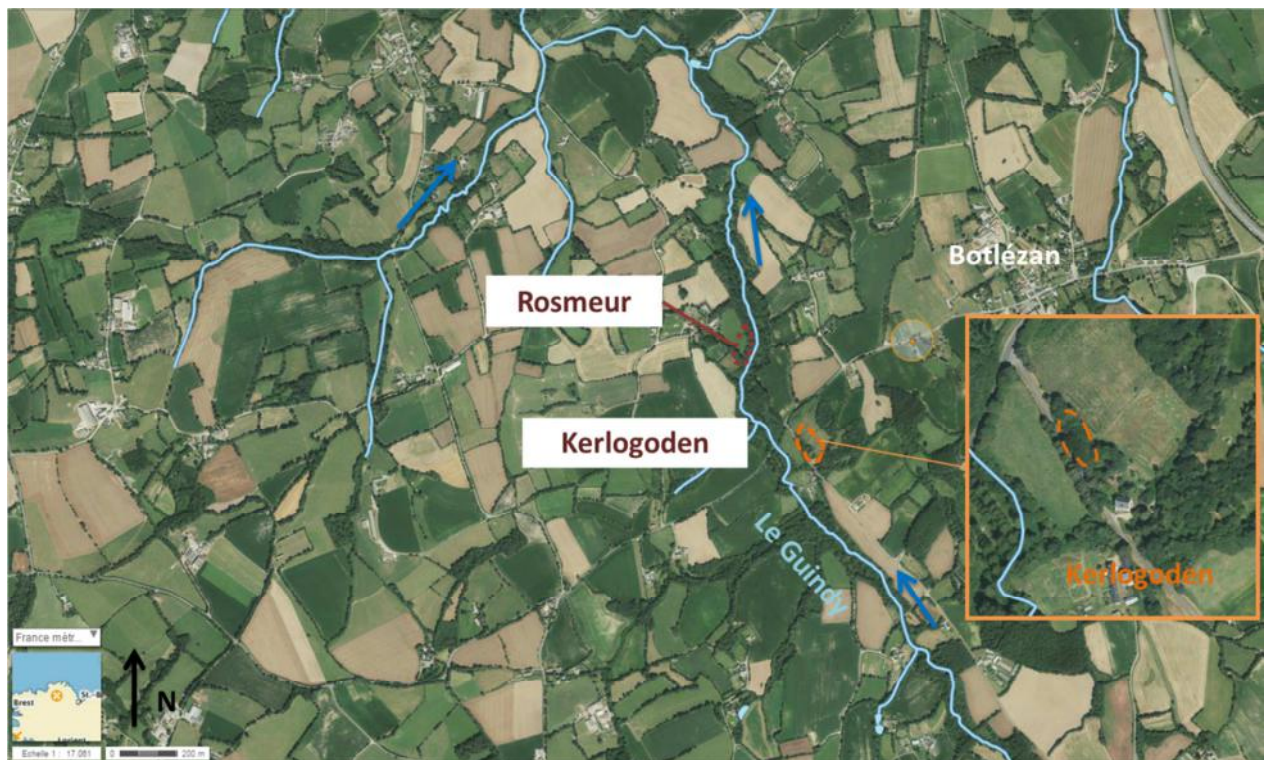


Figure 46 : Vue aérienne du site de Kerlogoden, en orange l'emprise du site (sur fond Géoportail, ©IGN [3])

1. NATURE DES TRAVAUX MINIERS ET REAMENAGEMENTS

Type de travaux	<u>Travaux de reconnaissance par petits chantiers (TRPC)</u> : les travaux miniers ont consisté au creusement d'une tranchée d'un volume de 100 m ³
Période d'exploitation	1957 à 1958
Production d'uranium [T]	0,0696
Lieu de traitement du minerai	Usine de l'Ecarpière (Loire-Atlantique et Maine et Loire))
Réaménagements réalisés	La tranchée, encore visible, a été en partie comblée par des dépôts terreux, des souches et des branchages par le propriétaire
Fin des réaménagements	Information non disponible
Servitudes	Information non disponible

Source principale : Areva Mines [2]

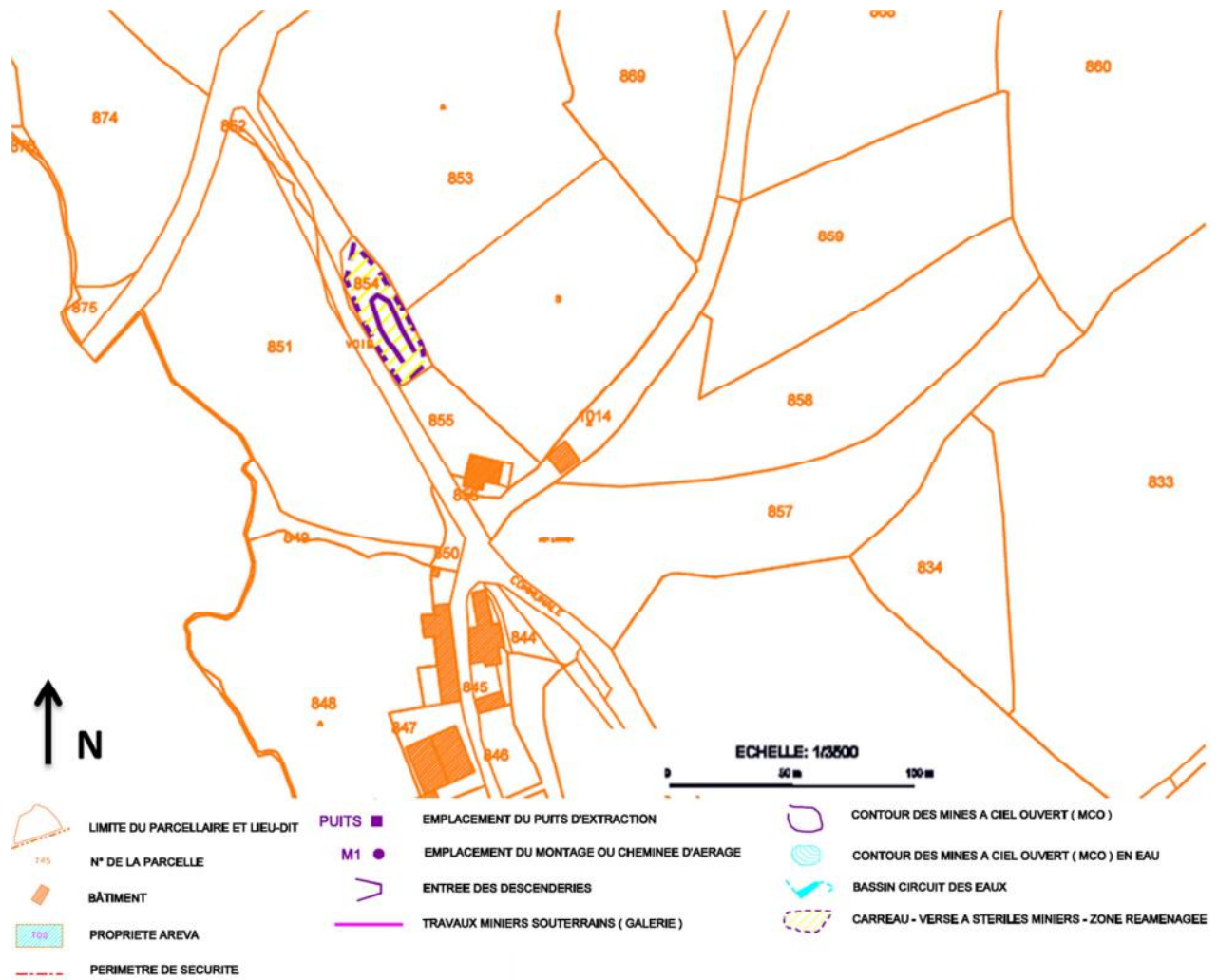


Figure 47 : Situation des travaux miniers du site de Kerlogoden sur plan cadastral (source Areva Mines [2])

2. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DU SITE ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE SURFACE

Le site de Kerlogoden est localisé à 3 km au sud-ouest de Bégard. Le site est situé à une centaine de mètres sur la rive droite de la rivière le Guindy (Figure 48), en amont hydraulique du site de Rosmeur.

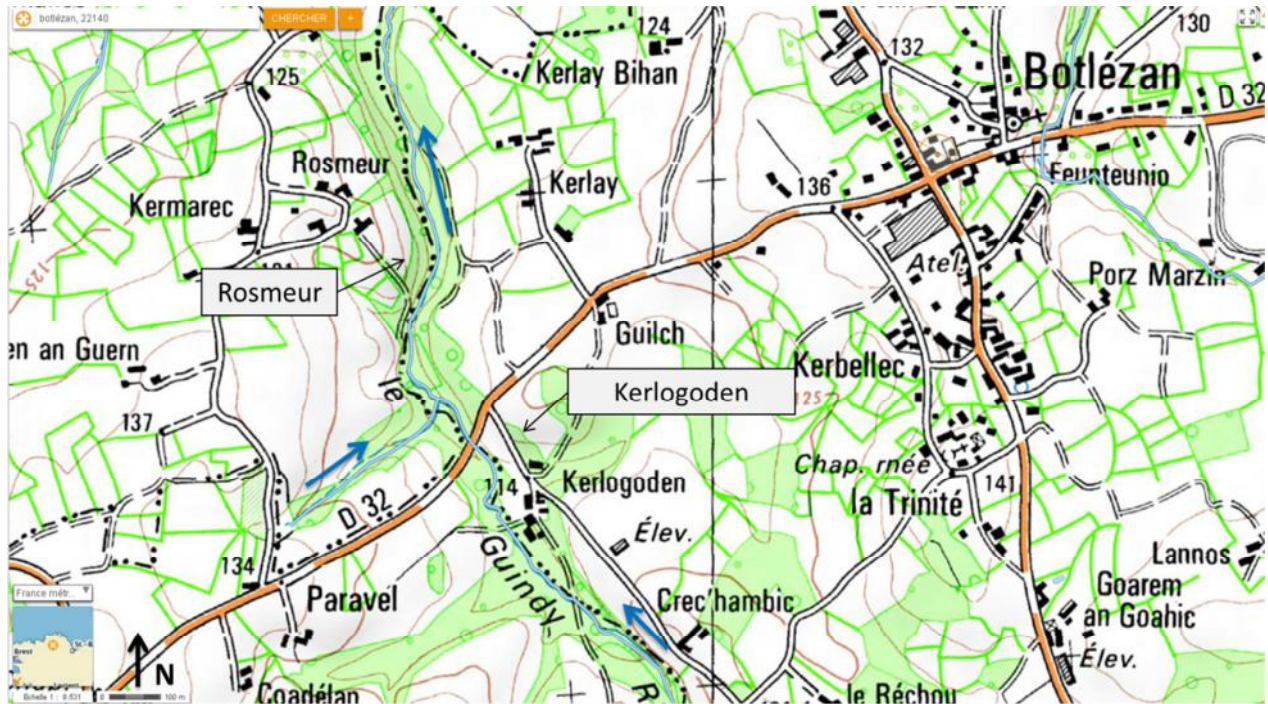


Figure 48 : Réseau hydrographique de surface à proximité des anciens sites miniers de Kerlogoden et de Rosmeur (les flèches bleues indiquent le sens des écoulements connus) (sur fond Géoportail, ©IGN [3])

3. OBSERVATIONS DE TERRAIN

Date de la visite et contexte	
30 septembre 2015 dans le cadre des contrôles de second niveau du programme MIMAUSA	
Objectifs de la visite	
<u>Sur site</u> : Effectuer des mesures radiométriques et préciser l'usage du site <u>Champ proche</u> : Prélever des échantillons d'eau et de sédiments	
Personnes présentes	
Monsieur le Maire de Bégard, Madame l'adjointe au Maire, Monsieur et Madame les propriétaires du terrain, et les représentants de l'association Sortir du Nucléaire-Trégor	
Ouvrages visibles ou localisés	Coordonnées GPS (Lambert 93)
Tranchée	X = 233251 ; Y = 68533890

3.1. Observations de la situation et des usages actuels du site

Les travaux miniers se situent sur une parcelle privée boisée non clôturée (Figure 49). La tranchée est encore visible bien qu'en partie comblée par des dépôts terreux, des souches et des branchages par le propriétaire. Un chemin longe l'ancien site minier et mène au potager des propriétaires.

La visite de terrain a confirmé l'absence d'écoulement d'eau au niveau des anciens travaux miniers.

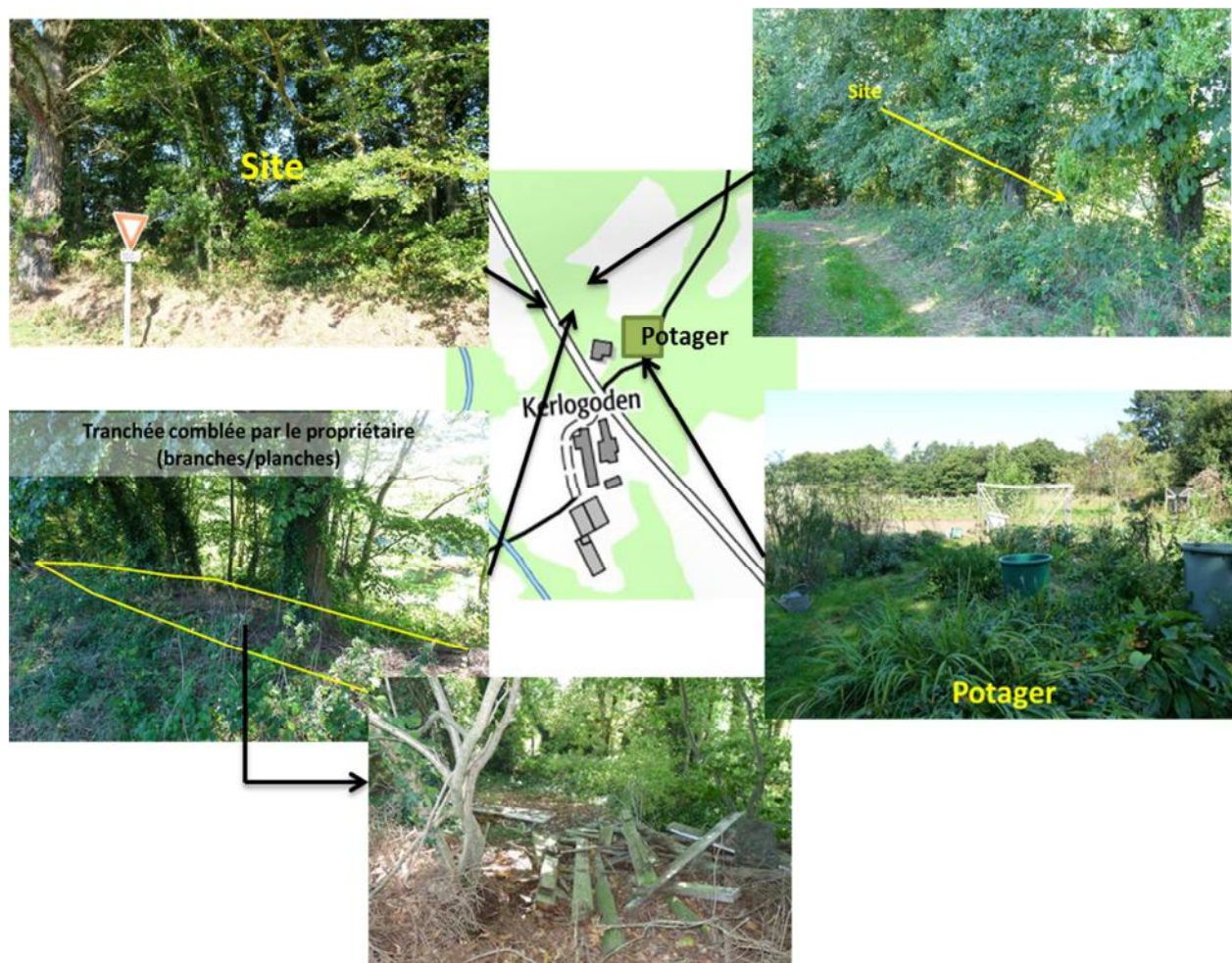


Figure 49 : Photographies du site de Kerlogoden et de son environnement proche (localisation des clichés sur plan cadastral [2], photographies ©IRSN)

3.2. Observations concernant la situation radiologique

3.2.1. Mesures radiométriques de surface

Données Areva Mines

Des mesures radiométriques ont été réalisées par Areva Mines en 2012 sur le site de Kerlogoden au niveau de la tranchée (Tableau 21) [2]. Les débits de dose mesurés sont de l'ordre de quatre à cinq fois le bruit de fond naturel.

Tableau 21 : Résultats des mesures radiométriques effectuées par Areva Mines en 2012 sur le site de Kerlogoden [2]

Secteur	Débits d'équivalent de dose gamma [nSv/h]
Milieu naturel	110
Au niveau de la tranchée	400-510

Contrôles IRSN

Des mesures de débits de dose ont été effectuées par l'IRSN dans le cadre des contrôles de second niveau au niveau de la tranchée et du chemin reliant les anciens travaux miniers et le jardin des propriétaires (potager) (Figure 50).

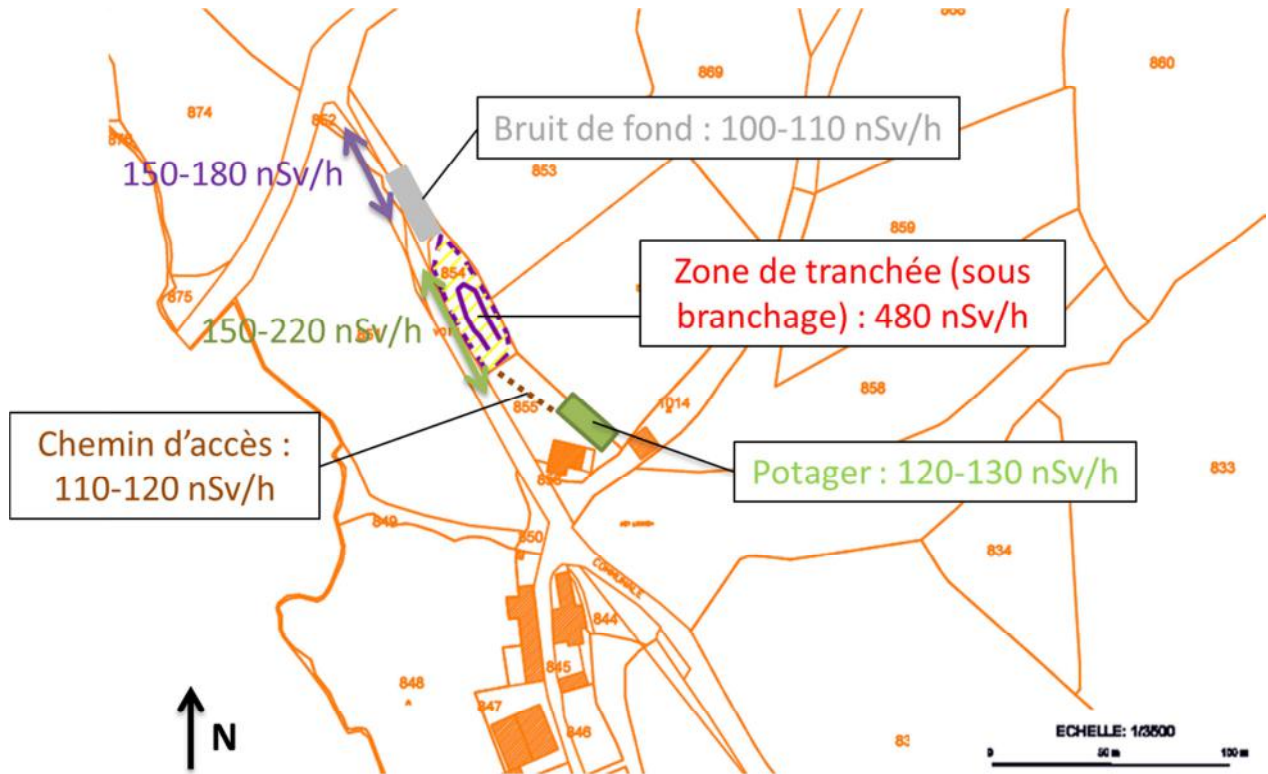


Figure 50 : Résultats des mesures radiométriques réalisées par l'IRSN sur et dans l'environnement proche du site de Kerlogoden (sur plan cadastral [2])

Les mesures révèlent des débits de dose variant d'une à quatre fois le bruit de fond naturel pour la zone constituée par la tranchée (Figure 50). La radiamétrie au niveau du potager et du chemin d'accès est de l'ordre du bruit de fond. Ces résultats sont cohérents avec ceux d'Areva Mines (Tableau 21).

3.2.2. Analyses des eaux sous influence potentielle du site

Données Areva Mines

Au cours de la campagne de mesure de 2012, Areva Mines a procédé à un prélèvement d'eau en aval hydraulique du site dans la rivière le Guindy (Echantillon KLG RUB) (Figure 51).

Les résultats des analyses physico-chimiques et radiologiques (^{238}U et ^{226}Ra sur la fraction dissoute) de cet échantillon sont présentés dans le Tableau 22.

Tableau 22 : Résultats des mesures physico-chimiques et des analyses radiologiques (uranium 238 dissous et radium 226 dissous) effectuées par Areva Mines sur les échantillons KLG RUB [2]

Nom du point	Commentaires	pH	Conductivité [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	^{238}U dissous [$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$]	^{226}Ra dissous [$\text{mBq}\cdot\text{L}^{-1}$]
KLG RUB	La rivière le Guindy, à 100 mètres en aval hydraulique du site	7,1	220	<1	20



Figure 51 : Localisation des points de prélèvements d'eau et de sédiments effectués par l'IRSN et Areva Mines sur site de Kerlogoden [2] (sur fond Géoportail, ©IGN [3])

L'eau en aval hydraulique du site (échantillon KLG RUB) présente pour l'année 2012 des teneurs en uranium 238 et des activités en radium 226 du même ordre de grandeur que celles généralement mesurées dans des eaux de surface hors influence minière et dans un contexte géologique similaire (Annexe 2).

Contrôles IRSN

Deux prélèvements d'eau ont été effectués par l'IRSN dans la rivière le Guindy (Figure 51, Figure 52) :

- en amont du site (Echantillon GUI_A dont les résultats figurent dans l'Annexe 2) ;
- en aval hydraulique du site (au niveau du prélèvement Areva Mines) (Echantillon KER_B).

Les résultats des analyses physico-chimiques *in situ* et radiologiques sur la fraction totale de cet échantillon sont présentés au Tableau 23.



Figure 52 : Photographie du point de prélèvement d'eau IRSN réalisé en aval des travaux miniers de Kerlogoden (Echantillon KER_B) (©IRSN)

Tableau 23 : Résultats des mesures de pH et de conductivité électrique et des analyses radiologiques (uranium et radium 226) effectuées par l'IRSN sur la fraction totale, de l'eau prélevée en champ proche du site de Kerlogoden

Echantillon	Commentaires	pH	Conductivité [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	U_{total} [$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$]	$^{226}\text{Ra}_{\text{total}}$ [$\text{mBq}\cdot\text{L}^{-1}$]
KER_B	La rivière le Guindy, en aval du site	6,6	269	<1	<7

Les teneurs en uranium et en radium 226 mesurées dans l'échantillon KER_B sont du même ordre de grandeur que celles généralement observées dans des eaux de surface hors influence minière et dans un contexte géologique similaire (Annexe 2). Elles sont cohérentes avec les valeurs rapportées par Areva Mines (Tableau 22) au point de prélèvement KLG RUB.

3.2.3. Analyses des sédiments dans les rivières potentiellement sous influence du site

Données Areva Mines

Au cours de la campagne de mesure de 2012, Areva Mines n'a procédé à aucun prélèvement de sédiments dans l'environnement du site.

Contrôles IRSN

Un prélèvement de sédiments a été effectué par l'IRSN dans l'environnement du site au niveau de l'aval immédiat du site de Kerlogoden dans le Guindy (Echantillon KER_B_SED) (Figure 51, Figure 53).



Figure 53 : Photographie du point de prélèvement de sédiments IRSN en aval immédiat des anciens travaux miniers de Kerlogoden (Echantillon KER_B_SED) (©IRSN)

Les résultats de l'analyse de la composition radiologique des sédiments de cet échantillon sont présentés au Tableau 24.

Tableau 24 : Résultats de l'analyse des sédiments prélevés par l'IRSN en environnement proche du site de Kerlogoden (échantillon KER_B_SED)

Echantillon	Commentaires	Activité en [Bq.kg ⁻¹]*						
		^{234m} Pa	²¹⁴ Pb	²¹⁴ Bi	²¹⁰ Pb	²³⁵ U	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs
KER_B_SED	Sédiments de la rivière le Guindy en aval immédiat du site	< 180	55 ± 6	55 ± 9	< 20	1,4 ± 0,6	540 ± 60	2,38 ± 0,42

*exprimé en masse sèche

L'activité massique de ²³⁸U peut être assimilée à celle de ^{234m}Pa soit < 180 Bq.kg⁻¹ pour l'échantillon KER_B_SED. Celle du ²²⁶Ra peut être assimilée à l'activité massique de ²¹⁴Pb soit 55 ± 6 Bq.kg⁻¹. Les activités massiques de l'²³⁸U et ²²⁶Ra de cet échantillon sont cohérentes avec les données caractéristiques du milieu naturel hors influence minière (Annexe 2). Elles ne mettent pas en évidence d'impact du site de Kerlogoden sur les sédiments en aval immédiat du site.

**Annexe 7: Fiche d'observations de terrain, de mesures radiométriques
et d'analyses des prélèvements effectués sur les anciens sites miniers
de Côtes d'Armor : Site de Rosmeur**

Site de Rosmeur

Région	Bretagne	Autres sites sur la commune	Néant
Département	Côtes d'Armor (22)		
Commune	Pluzunet		
Cadastre	<u>Propriété non Areva Mines</u> : Commune de Pluzunet, section C2, parcelles 359, 360, 361, 362 et 363 (Figure 55)		
Propriété	Privée		
Surface du site	Information non disponible		

Source principale : Areva Mines [2]

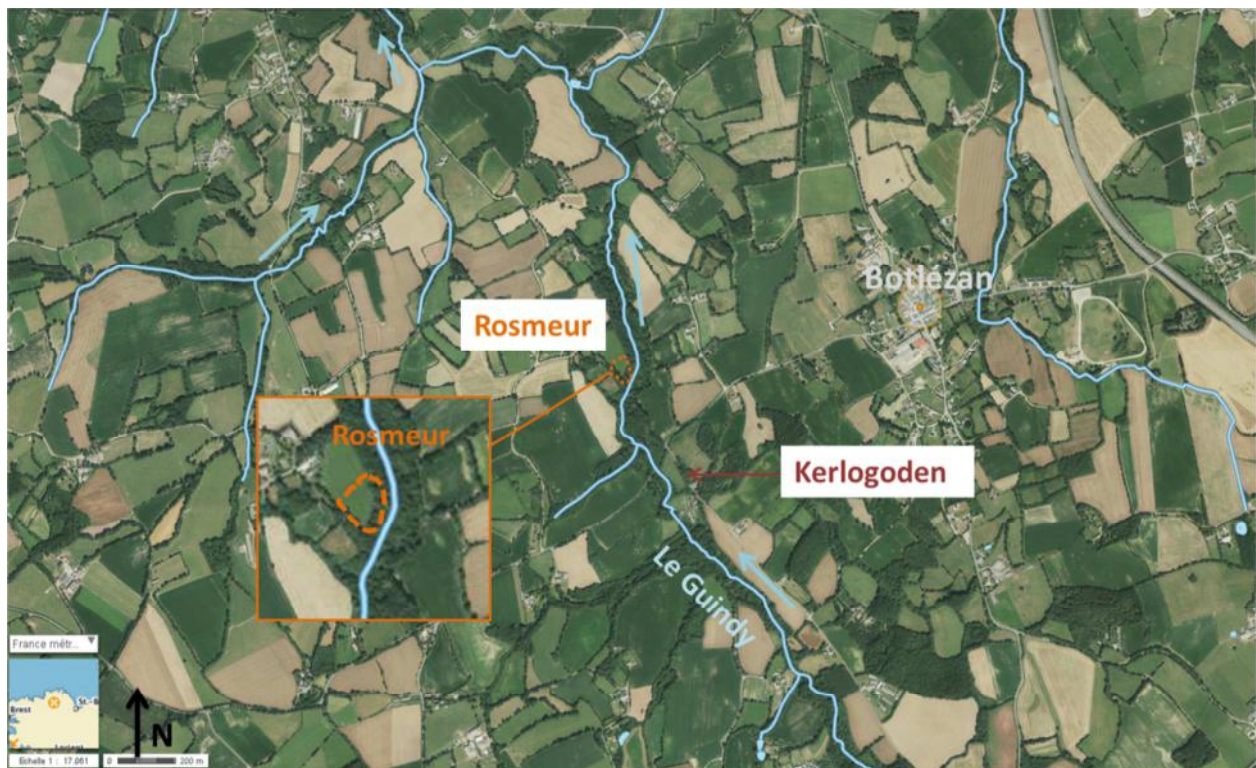


Figure 54 : Vue aérienne du site de Rosmeur, en orange l'emprise du site (sur fond Géoportail, ©IGN [3])

1. NATURE DES TRAVAUX MINIERS ET REAMENAGEMENTS

Type de travaux	Travaux de reconnaissance par petits chantiers (TRPC) : les travaux miniers ont consisté au creusement d'une tranchée de recherches puis du fond de celle-ci, d'une galerie de 48 m de long et deux recoupes de 8 et 3 m.
Période d'exploitation	1958 à 1959
Production d'uranium [T]	0,0016
Lieu de traitement du minerai	Usine de l'Ecarpière (Loire-Atlantique et Maine et Loire)
Réaménagements réalisés	Information non disponible
Fin des réaménagements	Information non disponible
Servitudes	Information non disponible
Autres	L'entrée de la galerie est condamnée par une grille adaptée aux chauves-souris et une trappe de visite permet l'accès au public.

Source principale : Areva Mines [2]

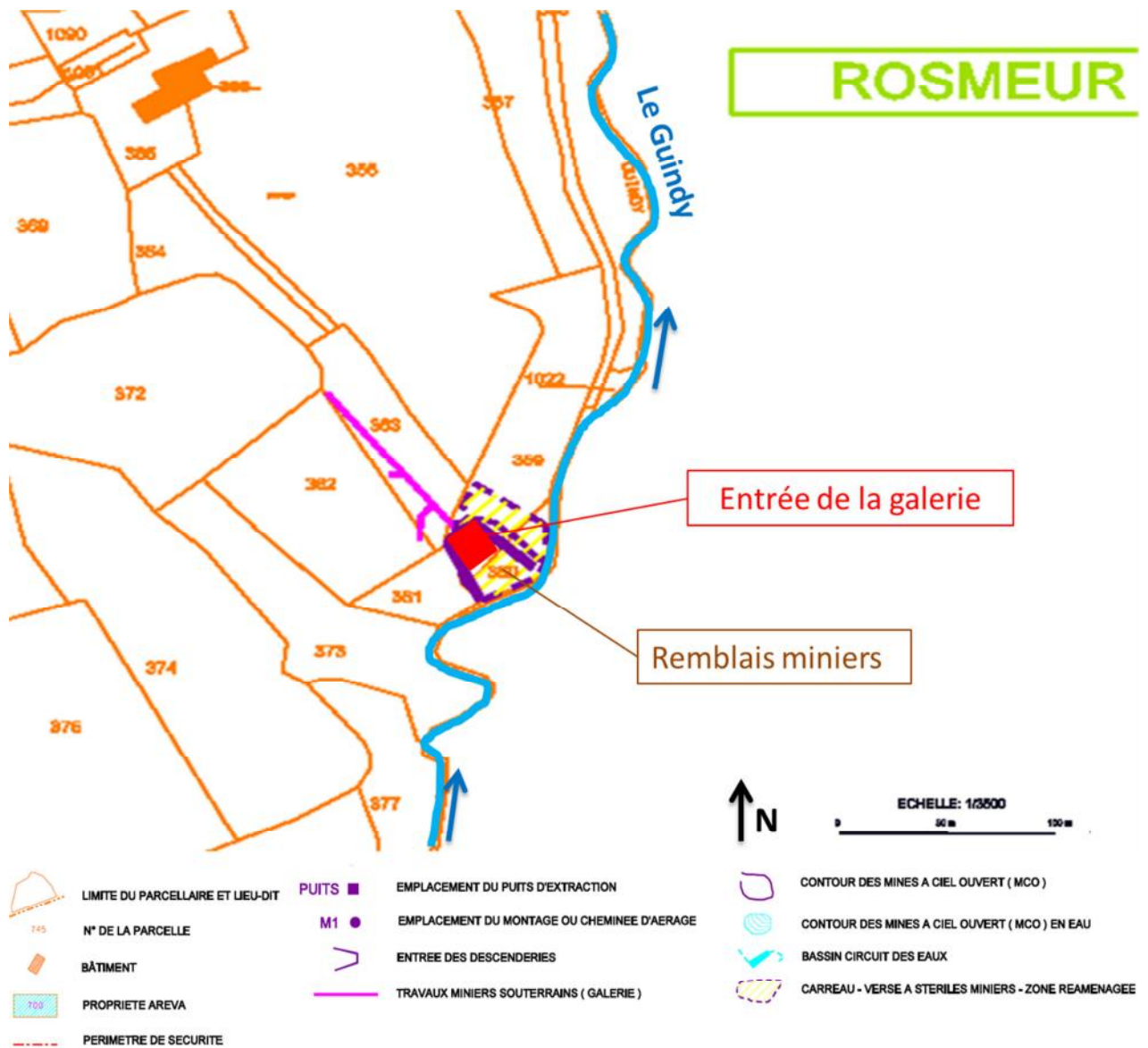


Figure 55 : Situation des travaux miniers du site de Rosmeur sur plan cadastral (source Areva Mines [2])

2. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DU SITE ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE SURFACE

Le site de Rosmeur est localisé à 3 km au sud-est de Pluzunet. Il est drainé par la rivière le Guindy qui s'écoule à une dizaine de mètres en contrebas à l'est du site (Figure 56).

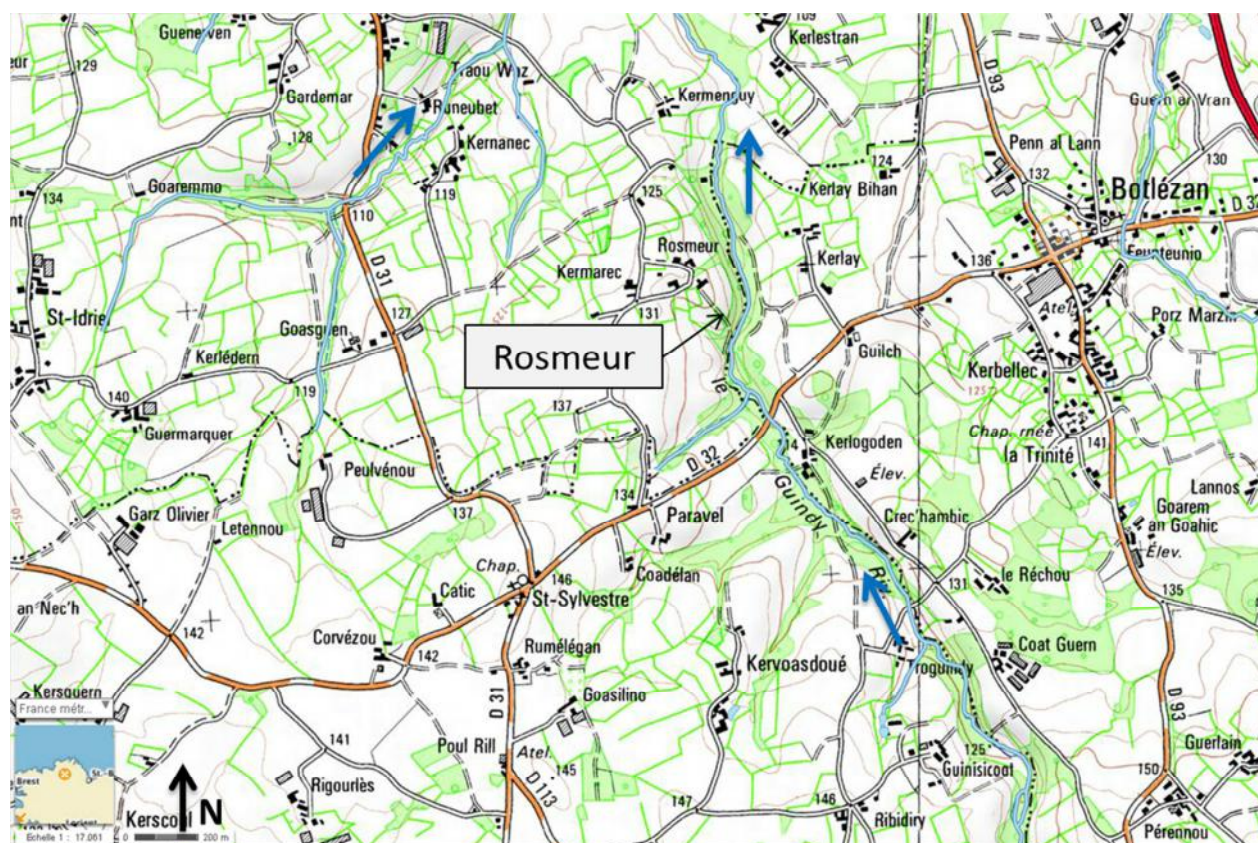


Figure 56 : Réseau hydrographique de surface à proximité de l'ancien site minier de Rosmeur (les flèches bleues indiquent le sens des écoulements connus) (sur fonds Géoportail, ©IGN [3])

3. OBSERVATIONS DE TERRAIN

Date de la visite et contexte	
30 septembre 2015 dans le cadre des contrôles de second niveau du programme MIMAUSA	
Objectifs de la visite	
Sur site : Effectuer des mesures radiométriques, préciser l'usage et l'accès au site, observer l'obturation de la galerie Champ proche : Prélever des échantillons d'eau	
Personnes présentes	
Représentants de l'association Sortir du Nucléaire-Trégor	
Ouvrages visibles ou localisés	Coordonnées GPS (Lambert 93)
Entrée de la galerie	X = 233068 ; Y = 6854181

3.1. Observations de la situation et des usages actuels du site

Les terrains se situent sur des parcelles privées au milieu d'une zone fortement boisée à proximité de la rivière le Guindy (Figure 57). On distingue l'entrée de la galerie condamnée par une grille adaptée à la présence de chauves-souris. Une trappe de visite fermée à clé permet l'accès au public et cette dernière est détenue par le Groupe Mammalogique Breton de Saint-Brieuc. Une plateforme d'environ 1 m² constituée de remblais miniers à l'entrée de la galerie et une parcelle en partie empierrée par des stériles (parcelle 880) sur l'autre rive du Guindy ont également été observées par l'IRSN (Figure 57). Un talus constitué de stériles et situé le long du Guindy a également été identifié.

Le site est peu fréquenté excepté très occasionnellement par le Groupe Mammalogique Breton et n'a aucun usage du fait de son accès difficile.

Dans son Bilan Environnemental, Areva Mines mentionne la présence d'eau à l'intérieur de la galerie et le risque potentiel de chute et d'effondrement de blocs rocheux depuis les parois aux abords de son entrée. La visite de terrain de l'IRSN a confirmé les faits.

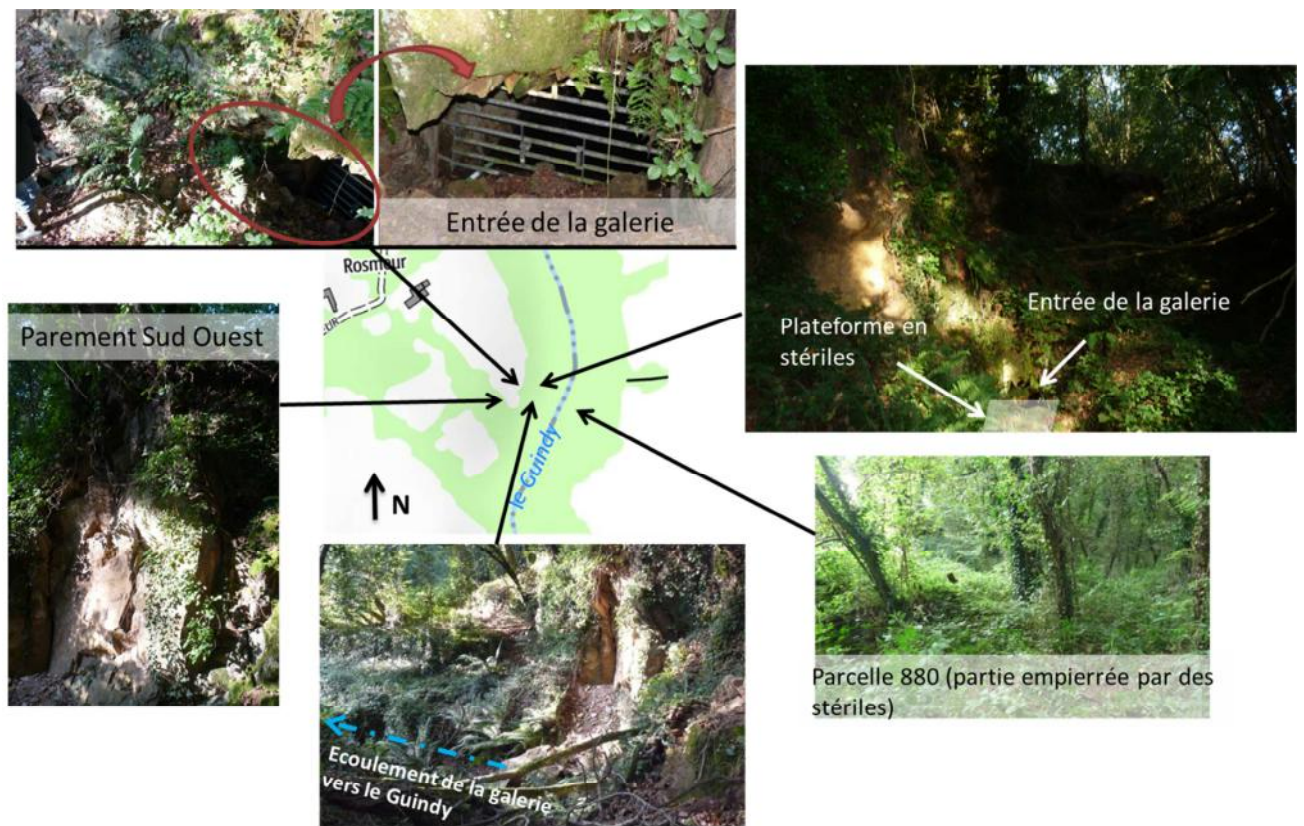


Figure 57 : Photographies du site de Rosmeur et de son environnement proche (localisation des clichés sur plan cadastral [2], photographies ©IRSN)

3.2. Observations concernant la situation radiologique

3.2.1. Mesures radiométriques de surface

Données Areva Mines

Des mesures radiométriques ont été réalisées par Areva Mines en 2012 sur le site de Rosmeur au niveau de la plateforme (1 m² environ) à l'entrée de la galerie (Tableau 25). Les débits de dose mesurés sont de l'ordre de dix à quinze fois le bruit de fond naturel.

Tableau 25 : Résultats des mesures radiométriques effectuées par Areva Mines en 2012 sur le site de Rosmeur [2]

Secteur	Débits d'équivalent de dose gamma [nSv/h]
Milieu naturel	150
Plateforme à l'entrée de la galerie	1100-2400

Contrôles IRSN

Des mesures de débits de dose ont été effectuées par l'IRSN dans le cadre des contrôles de second niveau au niveau de l'entrée de la galerie, de la plateforme précédant celle-ci jusqu'à la rivière le Guindy et de la parcelle 880 localisée sur la rive droite du Guindy où des stériles auraient été déposés au moment de l'exploitation de la mine (Figure 58).

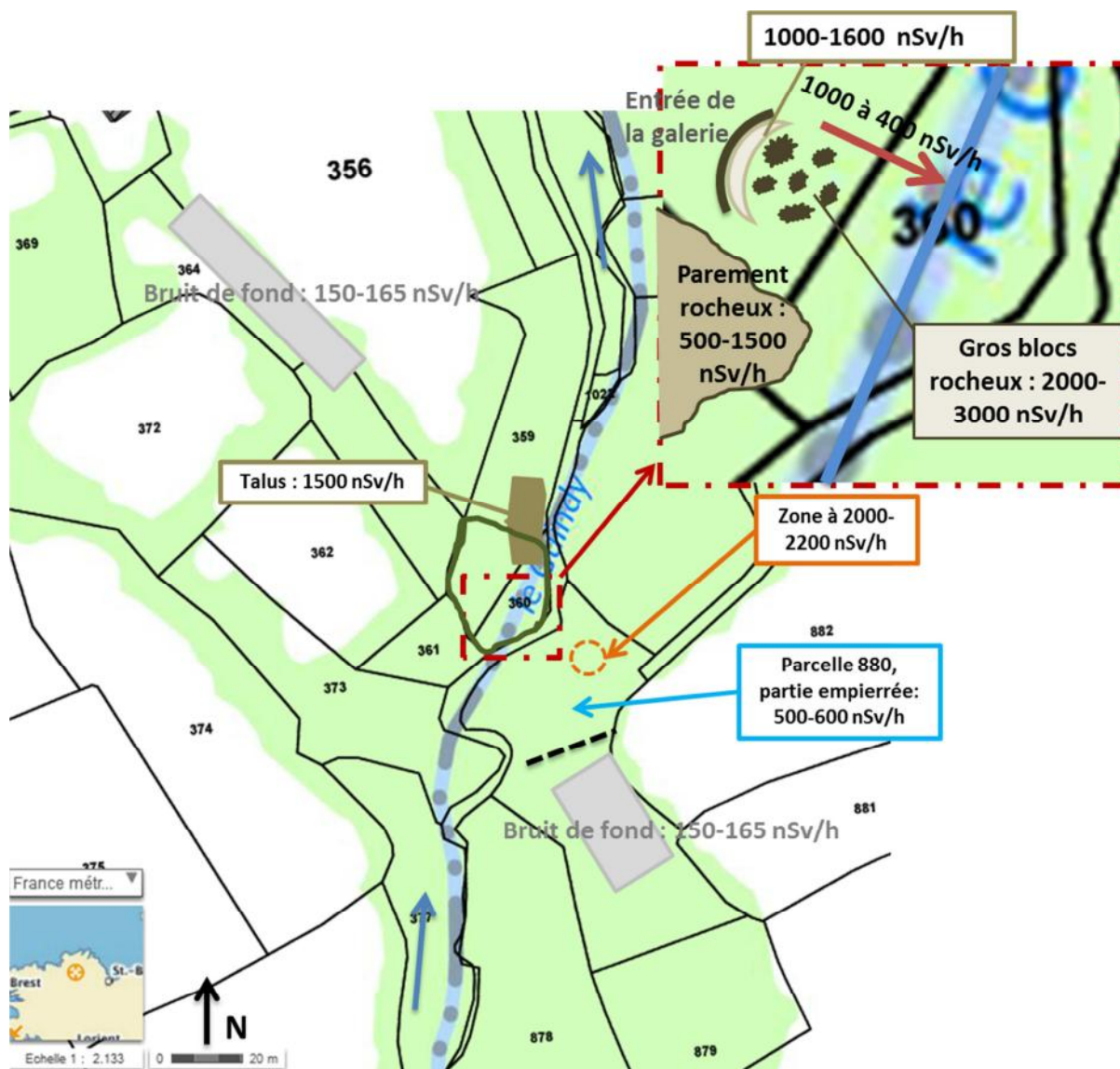


Figure 58 : Résultats des mesures radiométriques réalisées par l'IRSN sur le site de Rosmeur et dans son environnement proche (sur fond Géoportail, ©IGN [3])

Les mesures révèlent des débits de dose variant de sept à douze fois le bruit de fond naturel à l'entrée de la galerie et au niveau de la plateforme (Figure 58). Ces résultats sont cohérents avec ceux mesurés par Areva Mines (Tableau 25).

Plusieurs zones avec des débits de dose significatifs ont été identifiées par l'IRSN :

- sur le site, au niveau des blocs rocheux disposés sur la plateforme (2000 à 3000 nSv/h soit 15 à 23 fois le bruit de fond naturel) sur une surface d'environ 7 m² ;
- en contrebas du site, sur la rive gauche du Guindy, au niveau du talus (1500 nSv/h soit 11 fois le bruit de fond) d'une surface d'environ 4 m² ;

- en face du site, sur la rive droite du Guindy, sur la parcelle 880 avec une zone de faible étendue à 2000-2200 nSv/h et la partie empierrée de la parcelle, d'une surface de 40 m², avec 500 à 600 nSv/h.

L'empierrement de la parcelle 880 tout comme le talus ont vraisemblablement été constitués par des stériles miniers pendant ou après l'exploitation minière.

3.2.2. Analyses des eaux sous influence potentielle du site

Données Areva Mines

Au cours de la campagne de mesure de 2012, Areva Mines a procédé à un prélèvement d'eau en sortie de la galerie (Echantillon RSM EXH) (Figure 59).

Les résultats des analyses physico-chimiques et radiologiques (²³⁸U et ²²⁶Ra sur la fraction dissoute) sur ces échantillons sont présentés dans le Tableau 26.

Tableau 26 : Résultats des mesures physico-chimiques et des analyses radiologiques (uranium 238 dissous et radium 226 dissous) effectuées par Areva Mines sur l'échantillon RSM EXH [2]

Nom du point	Commentaires	pH	Conductivité [μS.cm ⁻¹]	²³⁸ U dissous [μg.L ⁻¹]	²²⁶ Ra dissous [mBq.L ⁻¹]
RSM EXH	Eau en sortie de galerie de Rosmeur	7,1	266	3,1	270



Figure 59 : Localisation des points de prélèvements d'eau effectués par l'IRSN et Areva Mines [2] sur le site de Rosmeur (sur fond Géoportail, ©IGN [3])

L'eau en sortie de galerie (échantillon RSM EXH) présente, pour l'année 2012, des teneurs en uranium 238 et des activités en radium 226, supérieures à celles généralement observées dans des eaux de surface hors influence minière et dans un contexte géologique similaire (Annexe 2), d'un facteur 3 pour l'uranium 238 et d'un facteur supérieur à 10 pour le radium 226.

Contrôles IRSN

Deux prélèvements d'eau ont été effectués par l'IRSN (Figure 59, Figure 60) :

- un prélèvement en aval du site dans la rivière Le Guindy (Echantillon GUI_B) ;
- un prélèvement dans l'eau provenant de la galerie et s'écoulant dans Le Guindy (Echantillon ROS_AB).

Les résultats des analyses physico-chimiques *in situ* et radiologiques sur la fraction totale de ces échantillons sont présentés au Tableau 27. Par ailleurs des analyses radiologiques sur la fraction dissoute et particulaire de l'eau s'écoulant de la galerie ont aussi été réalisés.



Figure 60 : Photographies des points de prélèvement d'eau IRSN, A- Aval total du site de Rosmeur (Echantillon GUI_B), B- Eau s'écoulant de la galerie du site de Rosmeur (Echantillon ROS_AB) (©IRSN)

Tableau 27: Résultats des mesures de pH et de conductivité électrique et des analyses radiologiques (uranium et radium 226) effectuées par l'IRSN sur la fraction totale des eaux prélevées en champ proche du site de Rosmeur

Echantillon	Commentaires	pH	Conductivité [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	U_{total} [$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$]	$^{226}\text{Ra}_{\text{total}}$ [$\text{mBq}\cdot\text{L}^{-1}$]
ROS_AB	Eau s'écoulant de la galerie du site de Rosmeur	6,82	285	$8,61 \pm 0,52$	$205,67 \pm 46,47$
GUI_B	Eau en aval du site de Rosmeur dans la rivière le Guindy	6,68	270	<1	< 5,05

Tableau 28: Résultats des mesures de pH et de conductivité électrique et des analyses radiologiques (uranium et radium 226) effectuées par l'IRSN sur les fractions dissoutes et particulaires de l'eau s'écoulant de la galerie du site de Rosmeur

Echantillon	Commentaires	pH	Conductivité [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	U [$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$]		^{226}Ra [$\text{mBq}\cdot\text{L}^{-1}$]	
				Dissous	Particulaire	Dissous	Particulaire
ROS_AB	Eau s'écoulant de la galerie du site de Rosmeur	6,82	285	$4,42 \pm 0,27$	$4,19 \pm 0,25$	199 ± 44	$6,67 \pm 2,47$

Les résultats IRSN de l'échantillon ROS_AB montrent des teneurs en uranium ($8,61 \pm 0,52 \mu\text{g.L}^{-1}$) et en radium 226 ($205,67 \pm 46,47 \text{ mBq.L}^{-1}$) supérieures à celles généralement observées dans des eaux de surface non influencées par des activités minières dans un même contexte géologique. L'uranium est réparti de façon homogène entre la fraction dissoute et particulaire de l'échantillon tandis que le radium 226 se trouve essentiellement concentré dans la fraction dissoute (Tableau 28).

Les teneurs en uranium dissous et les activités en radium 226 dissous au point de prélèvement ROS_AB (Tableau 28) sont cohérentes avec celles mesurées par Areva Mines (Tableau 26) au point de prélèvement RSM EXH.

Les teneurs en uranium et en radium 226 mesurées dans l'échantillon GUI_B (aval du site) sont du même ordre de grandeur que celles généralement observées dans des eaux de surface hors influence minière et dans un contexte géologique similaire (Annexe 2). Les contrôles effectués n'ont pas mis en évidence d'impact du site sur la rivière Le Léguer aux points de prélèvement.

3.2.3. Analyses des sédiments dans les rivières potentiellement sous influence du site

Données Areva Mines

Au cours de la campagne de mesure de 2012, Areva Mines n'a procédé à aucun prélèvement de sédiments dans l'environnement du site.

Contrôles IRSN

Au cours des contrôles de second niveau du programme MIMAUSA de 2015, l'IRSN n'a procédé à aucun prélèvement de sédiments dans l'environnement du site.

**Annexe 8: Fiche d'observations de terrain, de mesures radiométriques
et d'analyses des prélèvements effectués sur les anciens sites miniers
de Côtes d'Armor : Site de Nome Hard**

Site de Nome Hard

Région	Bretagne	Autres sites sur la commune	Le Plessis d'en Haut
Département	Côtes d'Armor (22)		
Commune	Trédaniel		
Cadastre	<u>Propriété non Areva Mines</u> : Commune de Trédaniel, section ZN01, parcelle 58 (Figure 62)		
Propriété	Privée		
Surface du site	Information non disponible		

Source principale : Areva Mines [2]

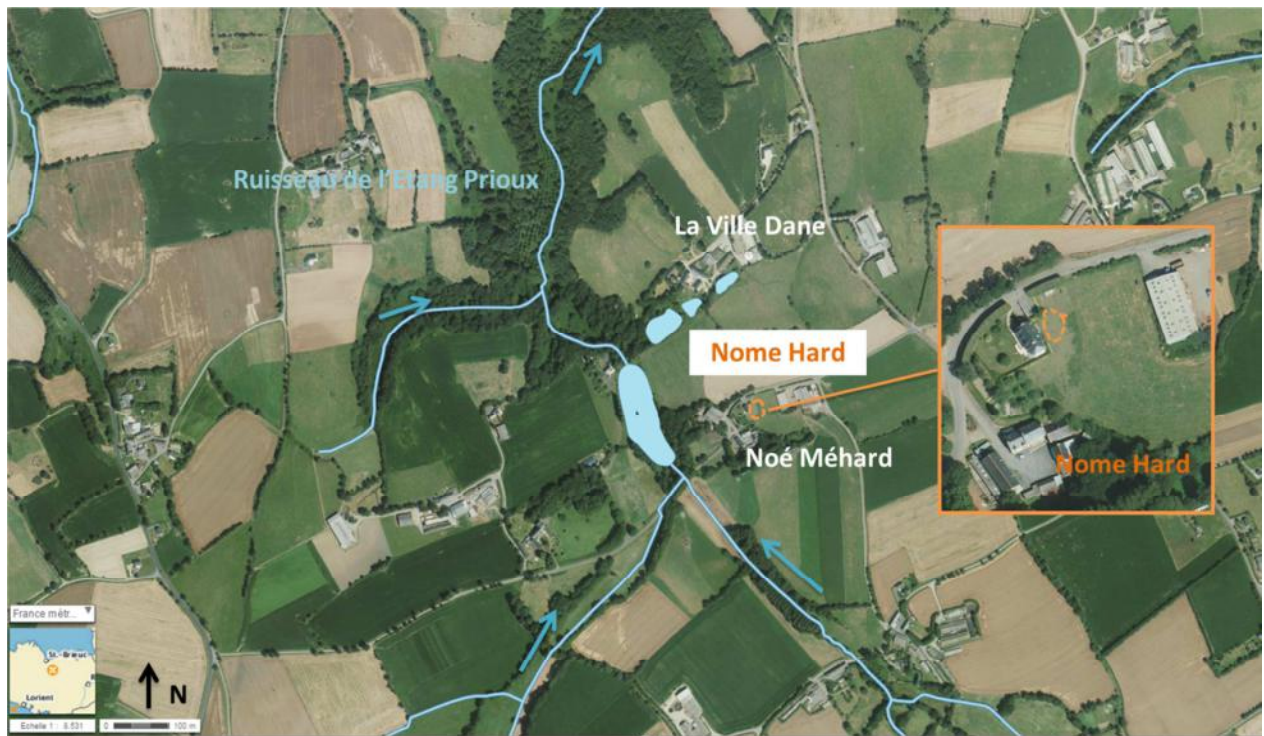


Figure 61 : Vue aérienne du site de Nome Hard, en orange l'emprise du site (sur fond Géoportail, ©IGN [3])

1. NATURE DES TRAVAUX MINIERS ET REAMENAGEMENTS

Type de travaux	<u>Travaux de reconnaissances par petits chantiers (TRPC)</u> : les travaux miniers ont consisté au creusement de 5 tranchées dont une de 5,5 m de profondeur et au fonçage d'un puits de reconnaissance
Période d'exploitation	1957
Production d'uranium [T]	Information non disponible
Lieu de traitement du minerai	Usine de l'Ecarpière (Loire-Atlantique et Maine et Loire)
Réaménagements réalisés	Le puits a été remblayé
Fin des réaménagements	Information non disponible
Servitudes	Information non disponible
Autres	Une maison d'habitation se situe à proximité de l'ancien puits du site minier

Source principale : Areva Mines [2]



Figure 62 : Situation des travaux miniers du site de Nome Hard sur plan cadastral (source Areva Mines [2])

2. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DU SITE ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE SURFACE

Le site de Nome Hard est localisé à 1,2 km au sud de Tredaniel. Il est drainé par le ruisseau de l'Etang Prioux affluent de la rivière l'Evron (Figure 63).

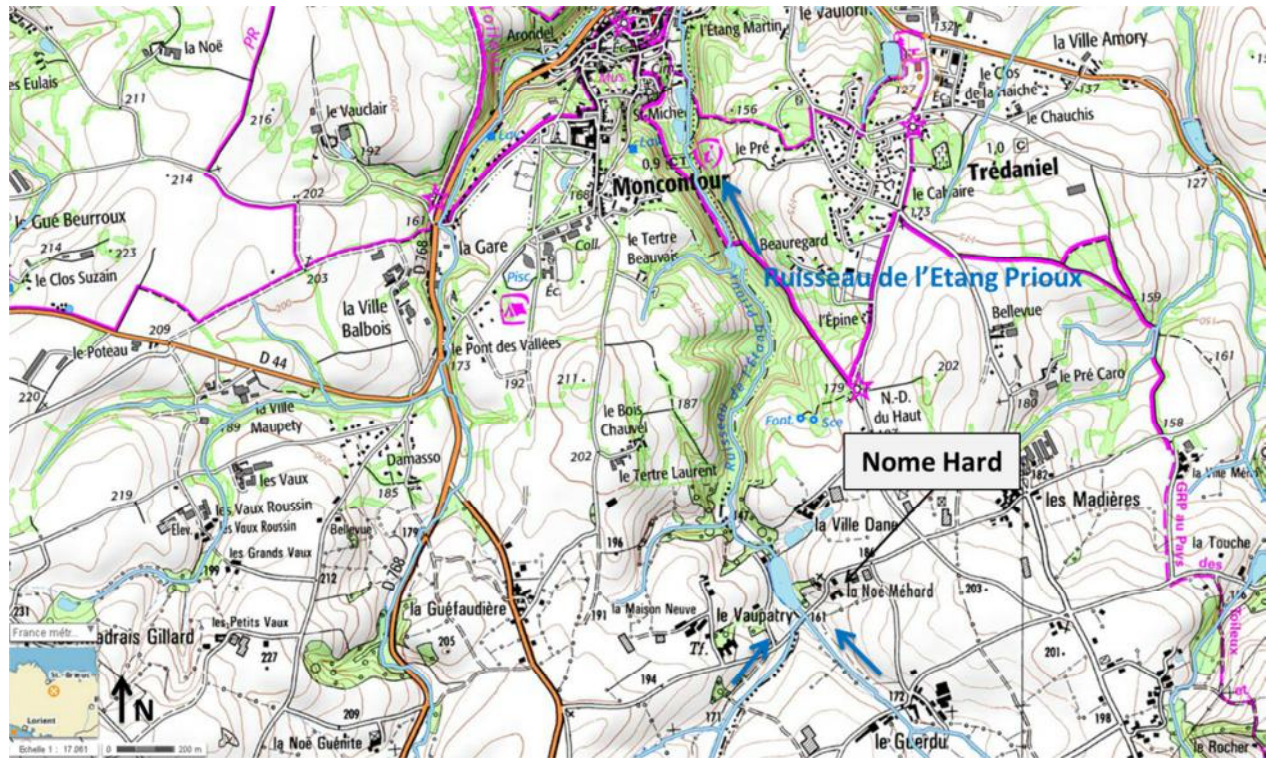


Figure 63 : Réseau hydrographique de surface à proximité de l'ancien site minier de Nome Hard (les flèches bleues indiquent le sens des écoulements connus) (sur fond Géoportail, ©IGN [3])

3. OBSERVATIONS DE TERRAIN

Date de la visite et contexte
1 ^{er} octobre 2015 dans le cadre des contrôles de second niveau du programme MIMAUSA
Objectifs de la visite
<u>Sur site</u> : Effectuer des mesures radiométriques et préciser l'usage du terrain <u>Champ proche</u> : Prélever des échantillons d'eau et de sédiments
Personnes présentes
Monsieur le Maire de Trédaniel, Monsieur le propriétaire de la maison jouxtant les travaux miniers et les représentants de l'association Sortir du Nucléaire-Trégor
Ouvrages visibles ou localisés
Pas d'ouvrage visible

3.1. Observations de la situation et des usages actuels du site

Le terrain se situe sur une parcelle privée clôturée (Figure 64). Il jouxte une maison d'habitation et sert de pâturage pour des poneys.

La visite de terrain a confirmé l'absence d'écoulement d'eau au niveau des anciens travaux miniers.



Figure 64 : Photographies du site de Nome Hard (localisation des clichés sur plan cadastral [2], photographies ©IRSN)

3.2. Observations concernant la situation radiologique

3.2.1. Mesures radiométriques de surface

Données Areva Mines

Des mesures radiométriques ont été réalisées par Areva Mines en 2012 sur le site de Nome Hard au niveau de l'emplacement de l'ancien puits (Tableau 29) [2]. Les débits de dose mesurés sont de l'ordre de deux fois le bruit de fond naturel.

Tableau 29 : Résultats des mesures radiométriques effectuées par Areva Mines en 2012 sur le site de Nome Hard [2]

Secteur	Débits d'équivalent de dose gamma [nSv/h]
Milieu naturel	150
Sur secteur (puits)	280-320

Contrôles IRSN

Des mesures de débits de dose ont été effectuées par l'IRSN dans le cadre des contrôles de second niveau sur l'ensemble de la parcelle concernée par les anciens travaux miniers.

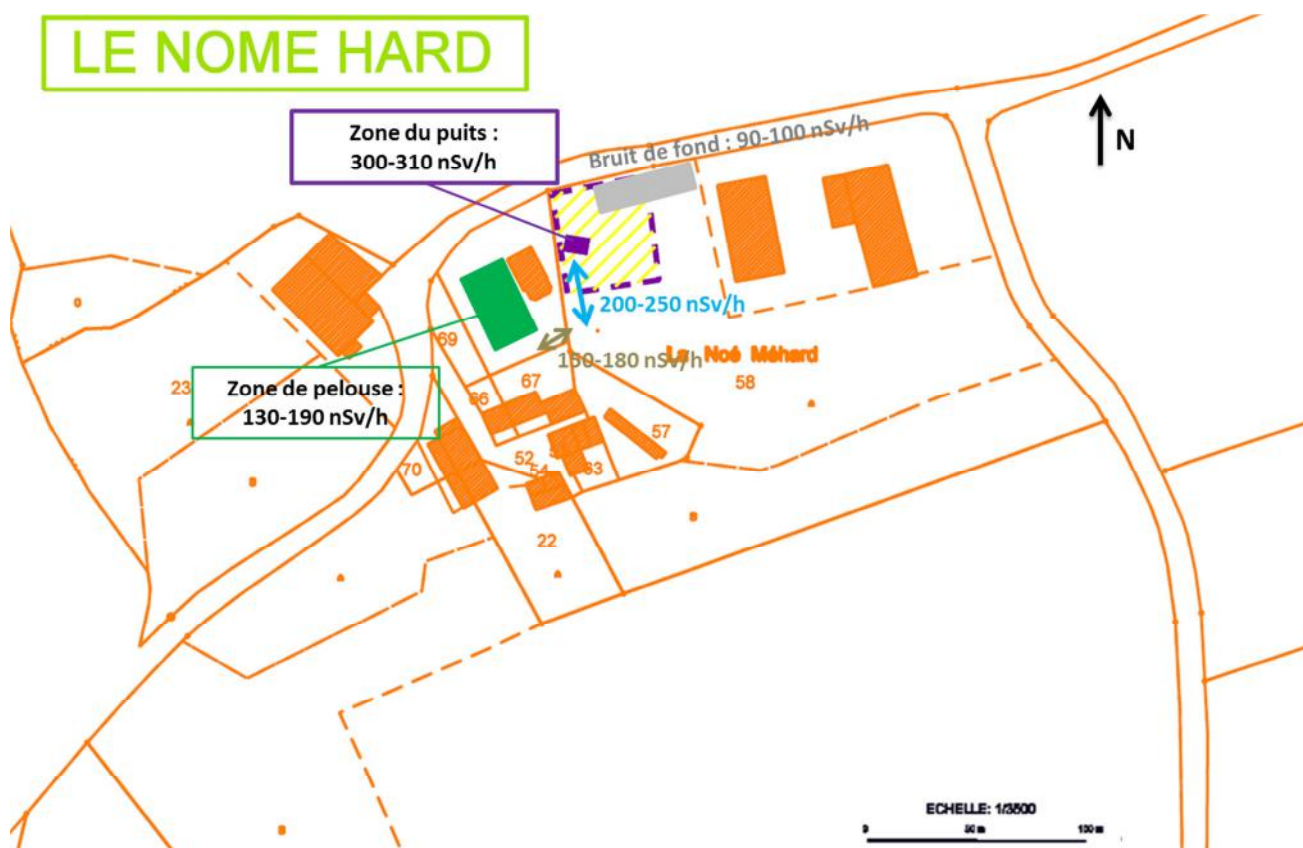


Figure 65 : Résultats des mesures radiométriques réalisées par l'IRSN sur le site et dans l'environnement proche de Nome Hard (sur plan cadastral [2]).

Les mesures révèlent des débits de dose variant d'une à deux fois le bruit de fond naturel pour l'ensemble de la parcelle concernée par les anciens travaux miniers (Figure 65). Ces résultats sont cohérents avec les valeurs mesurées par Areva Mines (Tableau 29).

3.2.2. Analyses des eaux sous influence potentielle du site

Données Areva Mines

Au cours de la campagne de mesure de 2012, Areva Mines a procédé à un prélèvement d'eau au niveau d'une source en aval hydraulique du site (Echantillon NOM SCE) (Figure 66).

Les résultats des analyses physico-chimiques et radiologiques (^{238}U et ^{226}Ra sur la fraction dissoute) de cet échantillon sont présentés dans le Tableau 30.

Tableau 30 : Résultats des mesures physico-chimiques et des analyses radiologiques (uranium 238 dissous et radium 226 dissous) effectuées par Areva Mines sur l'échantillon NOM SCE [2]

Nom du point	Commentaires	pH	Conductivité [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	^{238}U dissous [$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$]	^{226}Ra dissous [$\text{mBq}\cdot\text{L}^{-1}$]
NOM SCE	Source en aval hydraulique du site	5,6	229	1,3	40

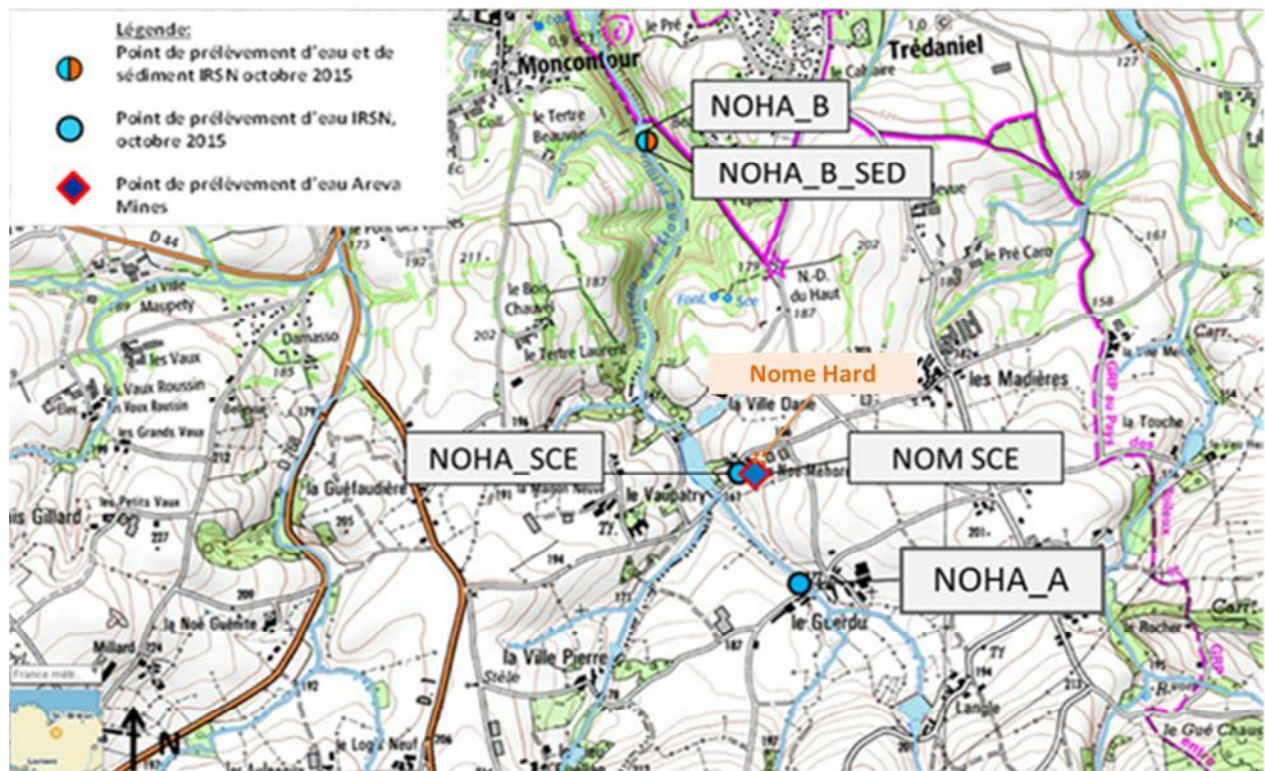


Figure 66 : Localisation des points de prélèvements d'eau et de sédiment effectués par l'IRSN et Areva Mines [2] sur le site de NOME HARD et dans son environnement proche (sur fond Géoportail, ©IGN [3])

L'eau de la source (échantillon NOM SCE) présente pour l'année 2012 des teneurs en uranium 238 et des activités en radium 226 du même ordre de grandeur que celles généralement mesurées dans des eaux de surface hors influence minière et dans un contexte géologique similaire (Annexe 2).

Contrôles IRSN

Trois prélèvements d'eau ont été effectués par l'IRSN (Figure 66, Figure 67) :

- un prélèvement en amont site dans le ruisseau de l'Étang Prioux (Echantillon NOHA_A dont les résultats figurent en Annexe 2) ;
- un prélèvement au niveau de la source en aval hydraulique du site (Echantillon NOHA_SCE) ;
- un prélèvement dans un plan d'eau en aval du site (Echantillon NOHA_B).



Figure 67 : Photographies des points de prélèvements d'eau IRSN, A- Source en aval hydraulique des anciens travaux miniers de Nome Hard (Echantillon NOHA_SCE), et B- Aval des anciens travaux miniers de Nome Hard (Echantillon NOHA_B) (©IRSN)

Les résultats des analyses physico-chimiques *in situ* et radiologiques sur la fraction totale des échantillons sont présentés au Tableau 31.

Tableau 31 : Résultats des mesures de pH et de conductivité électrique et des analyses radiologiques (uranium et radium 226) effectuées par l'IRSN sur la fraction totale des eaux prélevées en champ proche du site de Nome Hard

Echantillon	Commentaires	pH	Conductivité [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	U_{total} [$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$]	$^{226}\text{Ra}_{\text{total}}$ [$\text{mBq}\cdot\text{L}^{-1}$]
NOHA_SCE	Eau de la source en aval du site de Nome Hard	6,1	277	$2,56 \pm 0,15$	$56,4 \pm 15,0$
NOHA_B	Eau en aval du site de Nome Hard dans un plan d'eau	6,2	243	<1	< 6

Les teneurs en uranium et en radium 226 mesurées dans l'échantillon NOHA_B sont du même ordre de grandeur que celles généralement observées dans des eaux de surface hors influence minière et dans un contexte géologique similaire (Annexe 2). Ces résultats ne mettent pas en évidence d'incidence liée au site.

L'activité du radium 226 mesurée par l'IRSN dans l'échantillon NOHA_SCE est du même ordre de grandeur que celle rapportée par Areva Mines en 2012 ($40 \text{ mBq}\cdot\text{L}^{-1}$). En revanche, les teneurs en uranium sont légèrement différentes mais s'expliquent par les fractions analysées : dissoute pour Areva Mines et totale pour l'IRSN. Compte tenu de son emplacement (en pied de petit talus) et de son très faible débit, le propriétaire affirme que l'eau de cette source n'est pas utilisée.

3.2.3. Analyses des sédiments dans les rivières potentiellement sous influence du site

Données Areva Mines

Au cours de la campagne de mesure de 2012, Areva Mines n'a procédé à aucun prélèvement de sédiments dans l'environnement du site.

Contrôles IRSN

Un prélèvement de sédiments a été effectué dans l'environnement du site par l'IRSN au niveau d'un plan d'eau en aval du site de Nome Hard (Echantillon NOHA_B_SED) (Figure 66, Figure 68) :



Figure 68 : Photographie du point de prélèvement de sédiments IRSN au niveau du plan d'eau en aval des anciens travaux miniers de Nome Hard (échantillon NOHA_B_SED) (©IRSN)

Les résultats de l'analyse de la composition radiologique des sédiments sont présentés au Tableau 32.

Tableau 32 : Résultats de l'analyse des sédiments prélevés par l'IRSN en environnement proche du site de Nome Hard (échantillon NOHA_B_SED)

Echantillon	Commentaires	Activité en [Bq.kg ⁻¹]*						
		^{234m} Pa	²¹⁴ Pb	²¹⁴ Bi	²¹⁰ Pb	²³⁵ U	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs
NOHA_B_SED	Sédiments en aval du site de Nome Hard dans un plan d'eau	< 170	96 ± 11	102 ± 12	87 ± 20	< 1,8	680 ± 80	5,7 ± 1,8

*exprimé en masse sèche

L'activité massique de ²³⁸U de l'échantillon NOHA_B_SED peut être assimilée à celle de ^{234m}Pa soit < 170 Bq.kg⁻¹. Celle du ²²⁶Ra peut être assimilée à l'activité massique de ²¹⁴Pb soit 96 ± 11 Bq.kg⁻¹. Les activités massiques mesurées sont de l'ordre de celles généralement observées dans les sédiments hors influence minière (Annexe 2). Elles ne mettent pas en évidence d'impact du site de Nome Hard sur les sédiments situés en aval du site.