

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

Contrôles de second niveau effectués sur les anciens sites miniers des Deux Sèvres

RT/PRP-DGE/2015-00001

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	9
2	METHODE	10
3	MATERIEL ET TECHNIQUES DE MESURES	11
4	ENSEIGNEMENTS TIRES DE L'ANALYSE DOCUMENTAIRE (ETAPE 1)	12
4.1	GENERALITES SUR LES ANCIENS SITES MINIERS DES DEUX SEVRES.....	12
4.2	NATURE DES TRAVAUX D'EXPLOITATION ET PRODUCTIONS ASSOCIEES	16
4.3	SITUATION RELATIVE AU TRAITEMENT DES EAUX	19
4.4	SITUATIONS RELATIVES A LA PERIODICITE DE LA SURVEILLANCE DES SITES EFFECTUEE PAR AREVA MINES	19
4.5	ELEMENTS RETENUS POUR LA SELECTION DES SITES A VISITER	20
5	ENSEIGNEMENTS TIRES DES VISITES DE TERRAIN (ETAPE 2)	22
5.1	SITUATION ACTUELLE DES SITES ET IMPACT DE CEUX-CI SUR LES EAUX ET SEDIMENTS EN CHAMP PROCHE	23
5.1.1	Sites sur le bassin versant de l'Ouin : La Roche Pied Rôti et La Chapelle Largeau	23
5.1.2	Sites sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise : La Dorgissière et La Commanderie	28
5.2	IMPACT DES ANCIENS SITES MINIERS DES DEUX SEVRES SUR LA RIVIERE LA SEVRE NANTAISE EN CHAMP ELOIGNE DES SITES	31
6	CONCLUSIONS.....	33
7	REFERENCES	35
8	ANNEXES.....	36

Liste des Figures

Figure 1 : Cartes de localisation des anciens sites miniers des Deux Sèvres extraites de l'Inventaire National des Sites Miniers d'Uranium mis à jour en Aout 2013 dans le cadre du programme MIMAUSA [6]	13
Figure 2 : Répartition des sites des Deux Sèvres dans les bassins versants de la Sèvre Nantaise et de l'Ouin (sur fonds de carte scan 1/25000 IGN ©, hydrographie BD Carthage®)	15
Figure 3 : Tonnage de minerai extrait sur les anciens sites miniers d'uranium des Deux Sèvres (d'après BE d'AREVA Mines [2])	16
Figure 4 : Tonnage d'uranium métal produit sur les anciens sites miniers d'uranium des Deux Sèvres (d'après BE d'AREVA Mines [2])	16
Figure 5 : Tonnage de stériles produits sur les anciens sites miniers d'uranium des Deux Sèvres (d'après BE d'AREVA Mines [2])	17
Figure 6 : Schéma de localisation des différents prélèvements d'eau et de sédiment effectués par l'IRSN et AREVA Mines sur et autour du site de La Roche Pied Rôti	23
Figure 7 : Schéma de localisation des différents prélèvements d'eau et de sédiment effectués par l'IRSN et AREVA Mines sur et autour du site de La Chapelle Largeau	25
Figure 8 : Schéma de localisation des différents prélèvements d'eau et de sédiment effectués par l'IRSN et AREVA Mines sur et autour du site de La Dorgissière	28
Figure 9 : Schéma de localisation des différents prélèvements d'eau et de sédiment effectués par l'IRSN et AREVA Mines sur et autour du site de La Commanderie	30
Figure 10 : Localisation du point 44_CLISSON_SN_B situé à l'aval de l'ensemble des anciens sites miniers des départements des Deux Sèvres et du Maine et Loire (sur fonds de carte Géoportail [4]) ...	32
Figure 11 : Localisation et photographie du point de prélèvement d'eau (44_CLISSON_SN_B) effectué par l'IRSN dans la rivière la Sèvre Nantaise en aval des sites des Deux Sèvres et du Maine et Loire (sur fonds de carte Géoportail IGN © [4])	32
Figure 12 : Localisation des points de prélèvements de sédiment et d'eau réalisés par l'IRSN en amont du site minier La Roche Pied Rôti (Deux Sèvres), en violet l'emprise du site (sur fonds Géoportail IGN © [4]).	40
Figure 13 : Localisation des points de prélèvements d'eau et de sédiment réalisés par l'IRSN en amont des sites miniers du Maine et Loire), en violet l'emprise du site (sur fonds Géoportail IGN © [4])	41
Figure 14 : Photographies des points de prélèvements, A- Etang des Robinières (échantillon 49_BNN_ETG_SED_A1), B- Etang de la Faverie (échantillons 49_BNN_ETG_SED_A2 et 49_BNN_ETG_A2), C- Etang en amont du site de La Roche Pied Rôti (échantillon 79_RPR_ETG_SED_A), D- La Moine avant la confluence avec le ruisseau de la Bégaudière (échantillon 49_MOINE_A) et E- Ru récepteur de la surverse de la MCO de La Roche Pied Rôti en amont du site (échantillon 79_RPR_RU_A)	42
Figure 15 : Vue aérienne du site de La Roche Pied Rôti (sur fond Géoportail IGN © [4])	46
Figure 16 : Situation des travaux miniers sur fonds cadastral pour le site de La Roche Pied Rôti (source BE d'AREVA Mines [2])	47
Figure 17 : Réseau hydrographique de surface à proximité de l'ancien site minier de La Roche Pied Rôti (sur fonds Géoportail IGN© [4])	48

Figure 18 : A- Entrée clôturée à l'Est de la mine à ciel ouvert, B- Ruisseau qui s'écoule à l'Est de la MCO, C- Vue plein Est sur les pavillons construits sur la verse à stériles (parcelles 221 et 222).....	49
Figure 19 : Localisation et résultats des mesures radiométriques réalisées par l'IRSN sur le site de La Roche Pied Rôti (sur fonds Géoportail IGN© [4])	50
Figure 20 : Localisation des points de prélèvements d'eau et de sédiment réalisés par l'IRSN et AREVA Mines [2] sur le site de La Roche Pied Rôti et en champs proche (sur fonds Géoportail IGN© [4]).....	51
Figure 21 : Mine à ciel ouvert du site de La Roche Pied Rôti (point de prélèvement de l'échantillon 79_RPR_MCO).....	52
Figure 22 : Vue aérienne du site de La Chapelle Largeau (sur fond Géoportail IGN© [4])	55
Figure 23 : Situation des travaux miniers sur fonds cadastral pour le site de La Chapelle Largeau (source : BE d'AREVA Mines [2])	57
Figure 24 : Réseau hydrographique de surface à proximité de l'ancien site minier de La Chapelle Largeau (sur fonds Géoportail IGN © [4])	58
Figure 25 : Verse à stériles réaménagée du site de La Chapelle Largeau	59
Figure 26 : Photographies de l'étang récepteur des eaux d'exhaure du montage M260 (à gauche) et du montage M260 (à droite)	59
Figure 27 : Ruisseau de la Pipaudière en aval direct de l'étang récepteur des eaux d'exhaure du montage M260.....	60
Figure 28 : Localisation et résultats des mesures radiométriques réalisées par l'IRSN sur le site de La Chapelle Largeau au pied de la verse à stériles (sur fonds Géoportail IGN © [4])	61
Figure 29 : Localisation des points de prélèvements d'eau et de sédiment réalisés par l'IRSN dans le cadre du contrôle de second niveau et AREVA Mines [2] dans le cadre de la surveillance réglementaire sur le site de La Chapelle Largeau et en champs proche (sur fonds Géoportail IGN © [4])	62
Figure 30 : Localisation et photographies des points de prélèvements réalisés par l'IRSN autour de l'étang récepteur des eaux d'exhaure des TMS via le montage M260 (échantillons 79_CHL_ETGM260_SED, 79_CHL_M260_SED, 79_CHL_M260 et 79_CHL_ETG_SED_B1) (sur fonds Géoportail IGN © [4])	63
Figure 31 : Photographies des points de prélèvements ou mesures réalisés par l'IRSN en amont et aval éloigné de l'étang récepteur des eaux d'exhaure du montage M260 (échantillons 79_CHL_ETG_A1, 79_CHL_ETG_A2 et 79_CHL_SED_B2).....	64
Figure 32 : Evolution des paramètres pH, conductivité et alcalinité le long du ruisseau de la Pipaudière	65
Figure 33 : Vue aérienne du site de La Dorgissière (sur fonds Géoportail IGN © [4])	70
Figure 34 : Situation des travaux miniers sur fonds cadastral pour le site de La Dorgissière (source : BE d'AREVA Mines [2])	72
Figure 35 : Réseau hydrographique de surface à proximité de l'ancien site minier de La Dorgissière (sur fonds Géoportail IGN © [4]).....	73
Figure 36 : Photographies de la clôture et des panneaux signalétiques autour du site de La Dorgissière : A- Portail d'accès vers le système de pompage, B et C- Au niveau de la verse à stérile	74
Figure 37 : Photographie du pâturage situé sur l'emprise de la MCO Sud.....	74
Figure 38 : Localisation et résultats des mesures radiométriques réalisées par l'IRSN sur le site de La Dorgissière (sur fonds extrait du BE d'AREVA Mines [2])	76

Figure 39 : Localisation des points de prélèvements d'eau et de sédiment réalisés par l'IRSN et AREVA Mines [2] sur le site de La Dorgissière et en champs proche (sur fonds Géoportail IGN © [4])	76
Figure 40 : Point de prélèvement d'eau par l'IRSN dans le ruisseau s'écoulant à l'Est du site de La Dorgissière, à l'aval de celui-ci (échantillon 79_DOR_RU_B)	77
Figure 41 : Etang en aval du site de La Dorgissière (point de prélèvement de l'échantillon 79_DOR_ETG_SED_B)	78
Figure 42 : Vue aérienne du site de La Commanderie (sur fonds Géoportail IGN © [4])	81
Figure 43 : Situation des travaux miniers sur fonds cadastral pour le site de La Commanderie (source : BE d'AREVA Mines [2] et [20])	83
Figure 44 : Réseau hydrographique de surface à proximité de l'ancien site minier de La Commanderie (sur fonds Géoportail IGN © [4])	84
Figure 45 : A- Grillage autour de la zone Nord du site et panneaux d'interdiction et d'avertissement ; B-Portail d'accès à la MCO	85
Figure 46 : Usages et états actuels du site de La Commanderie. Photographies de : A- Emprise des anciens bassins de collecte des lixiviats, B- Verse à stériles, C- Chemin de randonnée, D- Pompes d'irrigation (sur fonds géoportail IGN © [4])	86
Figure 47 : Localisation et résultats des mesures radiométriques réalisées par l'IRSN autour du site de la Commanderie (sur fonds géoportail IGN © [4])	87
Figure 48: Localisation des points de prélèvements d'eau et de sédiment réalisés par l'IRSN et AREVA Mines [2] sur le site de La Commanderie et en champs proche (sur fonds Géoportail IGN © [4])	88
Figure 49 : Ruisseau de la Boisdrotière en amont (point d'échantillonnage 79_CDR_RUBD_A) et en aval (point d'échantillonnage 79_CDR_RUBD_B) du site de La Commanderie	90
Figure 50 : Ruisseau de la Commanderie en aval du site de La Commanderie (points d'échantillonnage 79_CDR_RUCDR_B et 79_CDR_SED) et au niveau du canal d'alimentation de la MCO (point d'échantillonnage 79_CDR_RUCDR_MCO)	90

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques générales des sites (noms, situation géographique, période d'exploitation et surface) fournies dans le BE des Deux Sèvres d'AREVA Mines [2] et dans la base MIMAUSA 2007 [3] .	14
Tableau 2 : Nature des travaux d'exploitation minière, nombre de mines à ciel ouvert en eau présentes sur site et productions associées (teneur en uranium du minerai et tonnages du minerai d'uranium extrait, de l'uranium métal et des stériles produits), fournis dans le BE d'AREVA Mines [2] et dans la base MIMAUSA 2007 [3]	18
Tableau 3 : Nature de la surveillance des différents compartiments sur et autour des sites des Deux Sèvres d'après le BE d'AREVA Mines [2]	20
Tableau 4 : Usages des sites des Deux Sèvres d'après le BE d'AREVA Mines [2]	21
Tableau 5 : 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 Sèvre Nantaise à l'aval des sites des Deux Sèvres et du Maine et Loire	33

Tableau 6 : Synthèse des résultats de mesures <i>in situ</i> réalisées au niveau des points de prélèvements d'eau et de sédiment hors influence minière dans les départements du Maine et Loire et des Deux Sèvres	43
Tableau 7 : Résultats des analyses radiologiques (uranium et radium 226), effectuées par l'IRSN, sur la fraction totale des eaux prélevées hors influence minière dans les départements du Maine et Loire et des Deux Sèvres	43
Tableau 8 : Résultats des analyses par spectrométrie gamma, réalisées par l'IRSN, sur les sédiments prélevés hors influence minière dans les départements du Maine et Loire et des Deux Sèvres	43
Tableau 9 : Résultats des mesures radiométriques effectuées par AREVA Mines en 2012 sur le site de La Roche Pied Rôti [2]	50
Tableau 10 : Résultats des mesures de pH et des analyses radiologiques (uranium 238 dissous et radium 226 dissous) effectuées par AREVA Mines pour le site de La Roche Pied Rôti [2]	52
Tableau 11 : Résultats des mesures de pH et de conductivité et des analyses radiologiques (uranium et radium 226), effectuées par l'IRSN, respectivement sur les fractions dissous et totale des eaux prélevées dans la MCO du site de La Roche Pied Rôti.....	53
Tableau 12 : Résultats des mesures radiométriques effectuées par AREVA Mines en 2012 sur le site de La Chapelle Largeau [2]	60
Tableau 13 : Résultats des mesures de pH et de conductivité, et des analyses d'arsenic et radiologiques effectuées par AREVA Mines pour le site de La Chapelle Largeau (moyenne des données 2009-2011) [2]	62
Tableau 14 : Résultats des mesures physico-chimiques réalisées par l'IRSN des eaux le long du ruisseau de la Pipaudière	64
Tableau 15 : Résultats des mesures de pH et de conductivité et des analyses radiologiques (uranium et radium 226) et chimique (arsenic), effectuées par l'IRSN sur les fractions totales des eaux du montage M260 sur le site de la Chapelle Largeau	65
Tableau 16 : Résultats des analyses des sédiments prélevés par AREVA Mines autour du site de La Chapelle Largeau [2]	66
Tableau 17 : Résultats des analyses par spectrométrie gamma réalisées par l'IRSN sur les sédiments prélevés sur le site et dans l'environnement proche du site de la Chapelle Largeau.....	67
Tableau 18 : Résultats des analyses par ICP-MS de l'arsenic dans les sédiments prélevés par l'IRSN sur le site et dans l'environnement proche du site de La Chapelle Largeau	67
Tableau 19 : Résultats des mesures radiométriques effectuées par AREVA Mines en 2012 sur le site de La Dorgissière [2]	75
Tableau 20 : Résultats des mesures de pH et des analyses radiologiques (uranium 238 dissous et radium 226 dissous) effectuées par AREVA Mines pour le site de La Dorgissière [2]	77
Tableau 21 : Résultats des mesures de pH et de conductivité et des analyses radiologiques (uranium et radium 226), effectuées par l'IRSN, sur la fraction totale de l'eau prélevée dans le ruisseau en aval du site de La Dorgissière	78
Tableau 22 : Résultats de l'analyse par spectrométrie gamma réalisée par l'IRSN sur les sédiments prélevés dans un plan d'eau en aval du site de La Dorgissière.....	79
Tableau 23 : Résultats des mesures radiométriques effectuées par AREVA Mines en 2012 sur le site de La Commanderie [2].....	87

Tableau 24 : Résultats des mesures de pH et des analyses radiologiques (uranium 238 dissous et radium 226 dissous) effectuées par AREVA Mines pour le site de La Commanderie (moyenne des données 2009-2011) [2].....	89
Tableau 25 : Résultats des mesures de pH et de conductivité et des analyses radiologiques (uranium et radium 226) effectuées par l'IRSN sur les fractions totales des eaux prélevées autour du site de La Commanderie.....	90
Tableau 26 : Résultats de l'analyse des eaux prélevées lors du contrôle inopiné effectué par l'ASN en 2010 sur le site de La Commanderie [5]	91
Tableau 27 : Résultats des analyses des anions et cations majeurs réalisées par l'IRSN lors de la mission de 2013 (échantillon 79_CDR_RUCDR_B) et par l'ASN lors du contrôle inopiné effectué en 2010 (échantillon RUCDR).....	92
Tableau 28 : Résultats des analyses radiologiques (²³⁸ U, ²²⁶ Ra et ²¹⁰ Pb) effectuées par AREVA Mines sur les sédiments prélevés dans l'environnement proche du site de La Commanderie (moyenne 2009-2011) [2].....	93
Tableau 29 : Résultats de l'analyse par spectrométrie gamma réalisée par l'IRSN sur les sédiments prélevés dans le ruisseau de la Commanderie en aval du site.....	93
Tableau 30 : Résultats des analyses radiologiques réalisées sur les sédiments prélevés lors du contrôle inopiné effectué par l'ASN en 2010 sur le site de La Commanderie [5]	94

Liste des Annexes

Annexe 1 : Synthèse des résultats de mesures <i>in situ</i> réalisées par l'IRSN au niveau des points de prélèvement	37
Annexe 2 : Résultats des mesures de pH et de conductivité et des analyses radiologiques (uranium et radium 226), effectuées par l'IRSN sur des échantillons hors influence minière et dans un contexte géologique similaire (prélevés dans les départements du Maine et Loire et des Deux Sèvres).....	39
Annexe 3 : Fiche d'observations de terrain, de mesures radiométriques et d'analyses des prélèvements effectués sur les anciens sites miniers des Deux Sèvres : Site de La Roche Pied Rôti	45
Annexe 4 : Fiche d'observations de terrain, de mesures radiométriques et d'analyses des prélèvements effectués sur les anciens sites miniers des Deux Sèvres : Site de La Chapelle Largeau	54
Annexe 5 : Fiche d'observations de terrain, de mesures radiométriques et d'analyses des prélèvements effectués sur les anciens sites miniers des Deux Sèvres : Site de La Dorgissière	69
Annexe 6 : Fiche d'observations de terrain, de mesures radiométriques et d'analyses des prélèvements effectués sur les anciens sites miniers des Deux Sèvres : Site de La Commanderie	80

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 (c'est à dire 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 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 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.

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.

Le présent document rapporte les principales observations faites au cours des contrôles de second niveau réalisés dans le département des Deux Sèvres du 23 au 27 septembre 2013, ainsi que les enseignements tirés par l'IRSN en matière d'impact et de besoins éventuels de caractérisations complémentaires (cf. chapitre 5). Il comporte également les résultats d'un prélèvement d'eau complémentaire, localisé en amont du site La Roche Pied Rôti et réalisé en mai 2014 lors des contrôles de second niveau réalisés dans le département de la Vendée (cf. Annexe 2). 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 1 à 6.

2 METHODE

La réalisation d'un contrôle de second niveau comprend 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, outre la consolidation de la base de données MIMAUSA, 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

Pour le département des Deux Sèvres, les sources de données sont essentiellement le Bilan Environnemental d'AREVA Mines de 2012 et ses annexes (cartes IGN, cadastres, fiches de site et photographies des sites) [2], les informations recensées dans l'inventaire MIMAUSA de 2007 [3] et le Géoportail [4]. Divers autres documents relatifs au suivi administratif et réglementaire des sites et de leur environnement ont également été exploités. Le rapport des contrôles inopinés effectués par l'ASN en 2009 et 2010 sur le site de la Commanderie a aussi été exploité [5]. **Cette première étape a permis une mise à niveau des connaissances recensées dans la base de données MIMAUSA sur les sites considérés dans le BE Maine et Loire et la mise à jour des informations contenues dans la version 2007 de cette base [6].**

A partir des connaissances acquises à l'étape 1, **une sélection des sites à visiter a été effectuée à partir des critères suivants :**

- **existence d'informations mentionnées dans la base MIMAUSA (version 2007) et absentes du BE (et inversement) ou informations contradictoires entre ces deux sources ;**
- **interrogations sur les usages actuels et/ou usages potentiellement sensibles : 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 verse), 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...**

Ces informations ont aussi permis d'établir le contenu du programme prévisionnel des contrôles (plan d'échantillonnage et contrôles radiométriques de surface).

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, dans certains cas 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 plan prévisionnel d'échantillonnage, qui détaille le type de mesures et leur localisation, est établi par l'IRSN sur la base des informations recueillies sur les sites et leur environnement à l'étape 1 et des critères de sélection des sites. Ce plan est présenté à la DREAL et à l'ASN locale, pour discussion, avant la mission de terrain. Des adaptations du plan d'échantillonnage peuvent être faites suite à la discussion avec ces acteurs locaux ou en raison de contraintes liées au terrain (accessibilité, conditions météorologiques etc.) au moment de la visite.

Le second objectif des visites est d'établir des contacts locaux et notamment des contacts avec les maires des communes concernées par les anciens sites miniers d'uranium, afin de les informer sur le programme MIMAUSA.

Dans le cadre des visites objet du présent rapport, une réunion entre l'IRSN, la DREAL Poitou Charentes, la DREAL Pays de Loire et la division de Nantes de l'ASN a été organisée en amont de la mission de terrain afin d'échanger sur le programme prévisionnel des contrôles et sur la connaissance actuelle des anciens sites miniers. La division de Bordeaux de l'ASN n'était pas disponible pour la réunion mais a été tenu informée de la mission. Par ailleurs, AREVA Mines et le COPIL MIMAUSA ont également été informés, avant la mission, 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 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 les fractions dissoutes, particulières et totales, ont été effectuées par un laboratoire de l'IRSN par émanométrie du radon (Norme NF M60-803). Il est à noter qu'une incertitude 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 les fractions totales, dissoutes et particulières, ont été réalisées par un laboratoire de l'IRSN par ICP-MS (Norme ISO 17294-2, 2003).

Les échantillons de solides (sédiments, sols) ont subi au laboratoire 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.

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

4.1 GENERALITES SUR LES ANCIENS SITES MINIERS DES DEUX SEVRES

Le BE des Deux Sèvres d'AREVA Mines répertorie quatre anciens sites miniers [2] :

- la Dorgissière ;
- la Commanderie ;
- la Roche Pied Rôti ;
- la Chapelle Largeau.

Ces mêmes sites sont répertoriés dans la base MIMAUSA 2007 [3]. Leur localisation est présentée sur les cartes de la Figure 1. Les sites sont situés au Nord-Ouest du département des Deux Sèvres. L'un d'eux, le site de la Commanderie, se situe à cheval sur les départements des Deux Sèvres et de la Vendée.

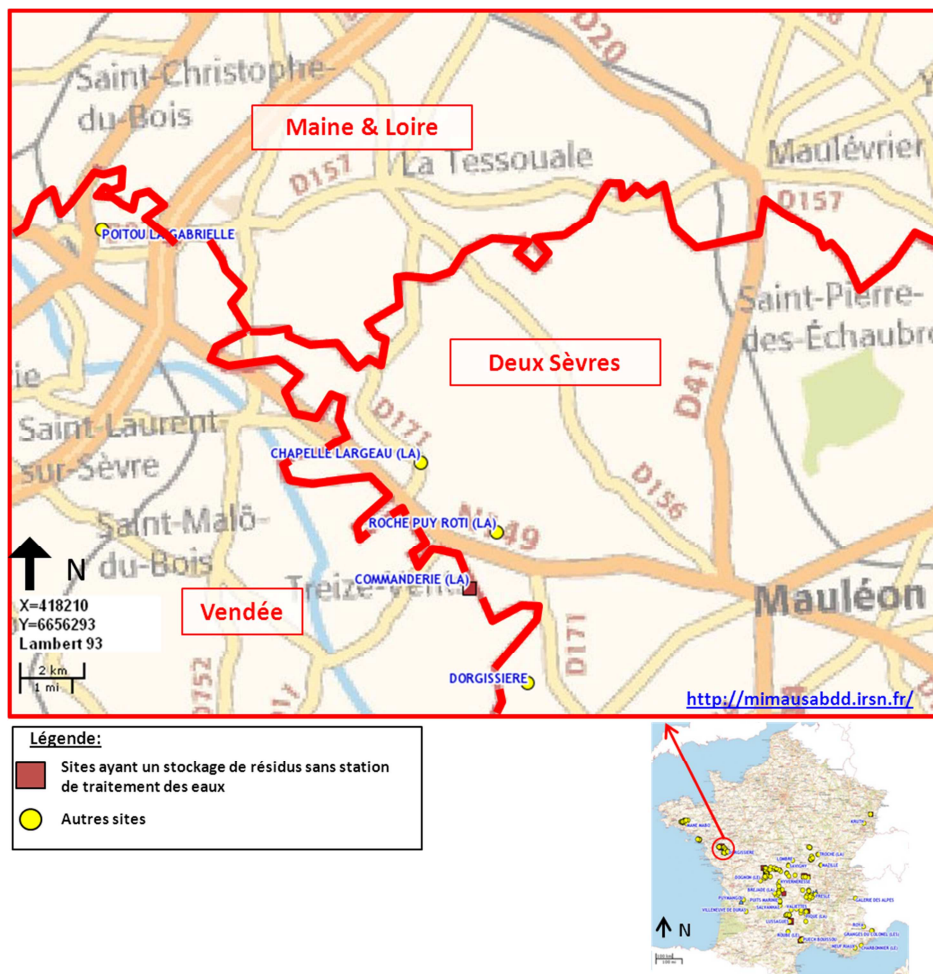


Figure 1 : Cartes de localisation des anciens sites miniers des Deux Sèvres extraites de l'Inventaire National des Sites Miniers d'Uranium mis à jour en Aout 2013 dans le cadre du programme MIMAUSA [6]

Les caractéristiques générales des sites (noms, situation géographique, période d'exploitation et surface), fournies dans le BE des Deux Sèvres d'AREVA Mines [2] et dans la base MIMAUSA 2007 [3], sont indiquées dans le Tableau 1. Des différences sont notées entre les données fournies dans le BE des Deux Sèvres et celles indiquées dans la base MIMAUSA 2007, pour ce qui concerne la surface et la période d'exploitation des sites (cf. cases colorées dans le Tableau 1). Ces différences ont été prises en compte dans la mise à jour d'août 2013 de la base MIMAUSA [6].

Tableau 1 : Caractéristiques générales des sites (noms, situation géographique, période d'exploitation et surface) fournies dans le BE des Deux Sèvres d'AREVA Mines [2] et dans la base MIMAUSA 2007 [3]

Nom du site		Situation géographique : Commune		Période d'exploitation		Surface du site	
BE	MIMAUSA 2007	BE	MIMAUSA 2007	BE	MIMAUSA 2007	BE	MIMAUSA 2007
La Roche Pied Rôti	La Roche Puy Roti <u>Autre nom</u> : La Roche Pied Rôti	La Chapelle Largeau, (commune de Mauléon)	La Chapelle Largeau	1982-1983	1982-1983	9 ha 25 a	Non renseigné
La Chapelle Largeau	La Chapelle Largeau <u>Autre nom</u> : Bel Air	La Chapelle Largeau, (commune de Mauléon)	La Chapelle Largeau	1953-1970	1958-1970	6 ha 77 a	Non renseigné
La Dorgissière	La Dorgissière <u>Autre nom</u> : La Dorgissière	Saint Amand sur Sèvre	Saint Amand sur Sèvre	1959-1983	1959-1983	14 ha 80 a	Non renseigné
La Commanderie	La Commanderie	Le Temple (commune de Mauléon) et Treize-Vents (département de la Vendée)	Le Temple et Treize-Vents	1955-1990	1955-1991	60 ha 66 a	Non renseigné

Les cases présentant des différences entre le BE et MIMAUSA 2007 sont colorées en orange

Les anciens sites miniers des Deux Sèvres présentent des surfaces très différentes (cf. Tableau 1):

- inférieures à 15 hectares pour les sites de La Chapelle Largeau, La Roche Pied Rôti et La Dorgissière;
- 60 hectares pour le site de La Commanderie ce qui en fait le site le plus étendu des Deux Sèvres.

Les anciens sites miniers des Deux Sèvres sont répartis sur deux bassins versants (cf. Figure 2) :

- le bassin versant de l'Ouin (sites de La Roche Pied Rôti et La Chapelle Largeau) ;
- le bassin versant de la Sèvre Nantaise (sites de La Dorgissière et La Commanderie).

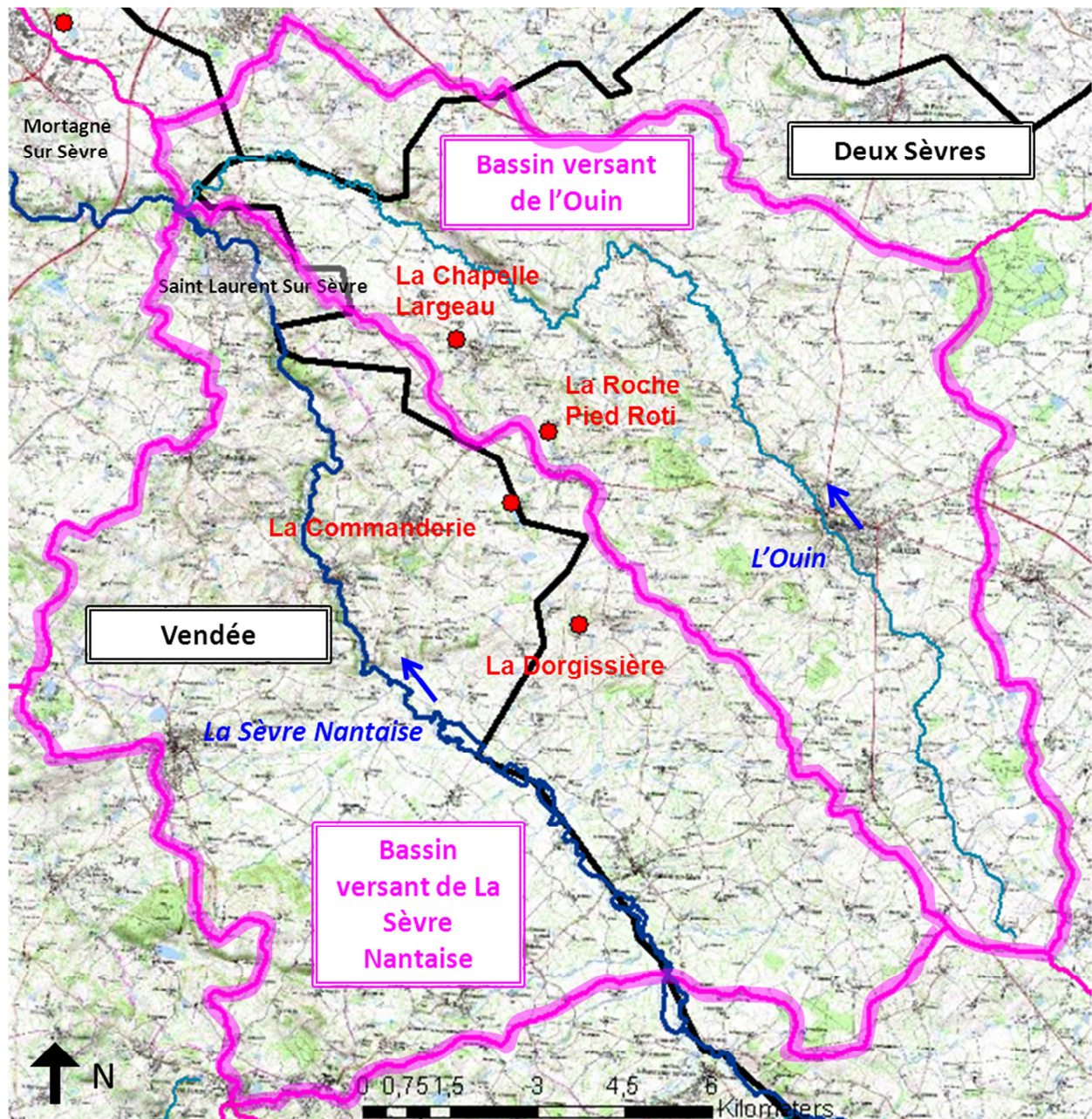


Figure 2 : Répartition des sites des Deux Sèvres dans les bassins versants de la Sèvre Nantaise et de l'Ouin (sur fonds de carte scan 1/25000 IGN ©, hydrographie BD Carthage®)

4.2 NATURE DES TRAVAUX D'EXPLOITATION ET PRODUCTIONS ASSOCIEES

Le Tableau 2 présente la nature des travaux d'exploitation des sites des Deux Sèvres indiquée dans le BE d'AREVA Mines [2]. L'ensemble des sites a été exploité par une ou deux mines à ciel ouvert (MCO) et hormis le site de la Roche Pied Rôti, par des travaux miniers souterrains (TMS). Les sites de La Roche Pied Rôti, La Dorgissière et La Commanderie possèdent, chacun, une MCO actuellement en eau [2].

Le Tableau 2 présente également la quantité de minerai d'uranium extraits, d'uranium métal et de stériles produits sur ces quatre sites ainsi que la teneur du minerai en uranium. Les anciens sites miniers des Deux Sèvres ont vu l'extraction d'environ 4 millions de tonnes de minerai, et ont produit environ 5 000 tonnes d'uranium métal et environ 7,5 millions de tonnes de stériles [2] (cf. Tableau 2, Figure 3, Figure 4, Figure 5). La production d'uranium métal provient, en grande partie, des sites de La Commanderie (80%) et de La Chapelle Largeau (13%) (cf. Figure 4 et Tableau 2). L'essentiel des stériles provient des sites de la Commanderie (79%) et la Dorgissière (16%) (cf. Tableau 2 et Figure 5). L'ensemble des sites, mis à part celui de la Roche Pied Rôti, présente une verse à stériles [2].

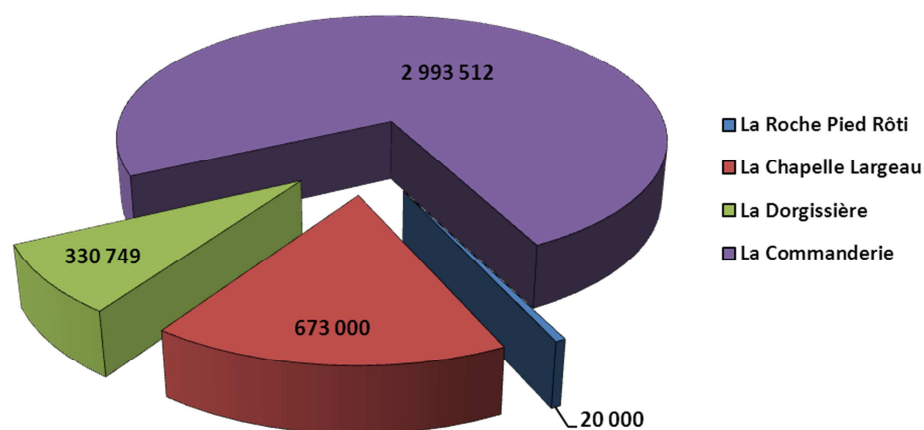


Figure 3 : Tonnage de minerai extrait sur les anciens sites miniers d'uranium des Deux Sèvres (d'après BE d'AREVA Mines [2])

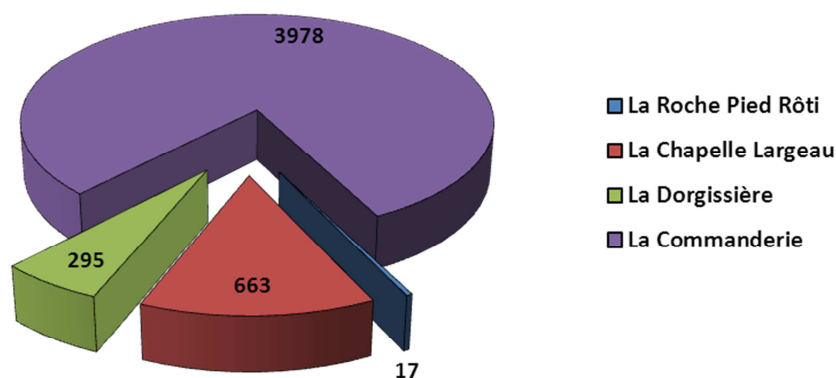


Figure 4 : Tonnage d'uranium métal produit sur les anciens sites miniers d'uranium des Deux Sèvres (d'après BE d'AREVA Mines [2])

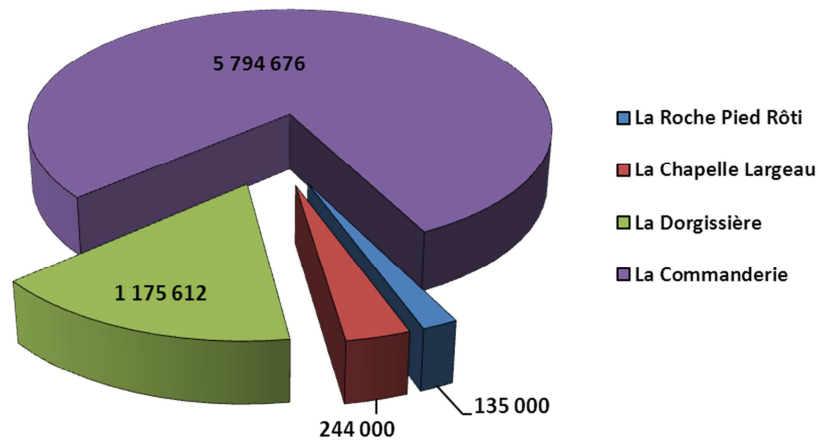


Figure 5 : Tonnage de stériles produits sur les anciens sites miniers d'uranium des Deux Sèvres (d'après BE d'AREVA Mines [2])

L'ensemble des informations obtenues par l'analyse du BE a été comparé aux informations mentionnées dans la base de données MIMAUSA 2007 [3] (cf. Tableau 2). Des écarts et lacunes ont été constatés, notamment sur les quantités de minerai extrait, les teneurs en uranium des minerais, les quantités de stériles et d'uranium métal produits (cf. cellules colorées dans le Tableau 2). Ces écarts et lacunes ont été pris en compte dans la mise à jour d'août 2013 de la base MIMAUSA [6].

Tableau 2 : Nature des travaux d'exploitation minière, nombre de mines à ciel ouvert en eau présentes sur site et productions associées (teneur en uranium du minerai et tonnages du minerai d'uranium extrait, de l'uranium métal et des stériles produits), fournis dans le BE d'AREVA Mines [2] et dans la base MIMAUSA 2007 [3]

Site	Nature des travaux		MCO en eau		Tonnage de minerai d'uranium extrait [tonne]		Teneur en uranium du minerai [%]		Tonnage d'uranium métal produit [tonne]		Tonnage de stériles produits [tonne]	
	BE	MIMAUSA 2007	BE	MIMAUSA 2007	BE	MIMAUSA 2007	BE	MIMAUSA 2007	BE	MIMAUSA 2007	BE	MIMAUSA 2007
La Roche Pied Rôti	1 MCO	1 MCO	oui	Non renseigné	20 000	Non renseigné	0,85	Non renseigné	17	18	135 000	Non renseigné
La Chapelle Largeau	TMS + 1 MCO	TMS +1 MCO	Non	Non renseigné	673 000	Non renseigné	0,99	Non renseigné	663	665	244 000	Non renseigné
La Dorgissière	TMS + 2 MCO	TMS + 2 MCO	oui 1 MCO	Non renseigné	330 749	Non renseigné	0,89	Non renseigné	295	295	1 175 612	Non renseigné
La Commanderie	TMS + 1 MCO	TMS + 1 MCO	oui	Non renseigné	2 993 512	Non renseigné	1,33	Non renseigné	3978	3978	5 794 676	Non renseigné
					Total : 4 017 261				Total : 4 953		Total : 7 349 288	

Avec : MCO : Mine à Ciel Ouvert, TMS : Travaux Miniers Souterrains, les cases présentant des différences entre le BE et MIMAUSA 2007 sont colorées en orange

Principaux enseignements tirés de l'analyse du BE pour ce qui concerne l'exploitation des sites :

L'analyse du BE a permis de préciser et de mettre à jour certaines informations de la base MIMAUSA concernant :

- les caractéristiques générales : comme par exemple leur surface, les périodes d'exploitation ou encore leur situation géographique et administrative (propriétés des terrains, numéros des parcelles etc.) ;
- le tonnage de stériles, de minerai, d'uranium produits et la teneur en uranium du minerai : le bilan d'AREVA Mines a permis de fournir certains chiffres non renseignés dans la base de données MIMAUSA et d'apporter des précisions sur la répartition des tonnages pour les différents types d'exploitation (MCO ou TMS) en un site donné.

4.3 SITUATION RELATIVE AU TRAITEMENT DES EAUX

Aucun site des Deux Sèvres ne dispose d'une station de traitement des eaux en fonctionnement [2]. Cette information est cohérente avec les informations recensées dans l'inventaire MIMAUSA de 2007 [3].

4.4 SITUATIONS RELATIVES A LA PERIODICITE DE LA SURVEILLANCE DES SITES EFFECTUEE PAR AREVA MINES

Les anciens sites miniers peuvent être soumis à deux types de surveillance (cf. Tableau 3) :

- **la surveillance réglementaire définie par Arrêté Préfectoral**, qui implique des contrôles journaliers/mensuels/semestriels des différents compartiments de l'environnement (eaux, sédiments, végétaux etc.). Cette surveillance concerne les sites de La Commanderie (site non classé Installation Classée Pour l'Environnement (ICPE), avec stockage de 250 000 tonnes de résidus de traitement statique du minerai) et de La Chapelle Largeau ;
- **L'auto surveillance d'AREVA Mines**, qui implique notamment des analyses des eaux des MCO, le cas échéant : cette surveillance concerne les sites de La Roche Pied Rôti, La Chapelle Largeau et La Dorgissière.

Dans le cadre de la réalisation du bilan environnemental des Deux Sèvres, AREVA Mines a procédé, en 2012, à des analyses ponctuelles supplémentaires, dans l'environnement proche des sites afin de compléter les informations obtenues au travers de la surveillance des sites [2] (cf. Tableau 3).

Tableau 3 : Nature de la surveillance des différents compartiments sur et autour des sites des Deux Sèvres d'après le BE d'AREVA Mines [2]

Site	Surveillance réglementaire	Auto surveillance d'AREVA Mines	Analyses supplémentaires réalisées dans le cadre du BE
La Roche Pied Rôti	/	Eaux de MCO (1 point, fréquence annuelle)	Eaux de surface (1 point)
La Chapelle Largeau	- Eaux de surface (4 points) ; - Sédiments (2 points).	Eaux de surface (1 point, fréquence mensuelle)	Non
La Dorgissière	(stoppée en 2004)	Eaux de MCO (1 point, fréquence annuelle)	Eaux de surface (2 points)
La Commanderie	- Eaux de surface (7 points) et de MCO ; - Sédiments (2 points) ; - Produits de la chaîne alimentaire (eau de distribution, végétaux, aliments d'origine animale) et terres.	Non	Non

4.5 ELEMENTS RETENUS POUR LA SELECTION DES SITES A VISITER

Les données, présentées par AREVA Mines dans son Bilan, apparaissent dans certains cas insuffisantes pour avoir une connaissance précise de la situation radiologique actuelle du site et de son environnement proche. C'est, par exemple, le cas des mesures faites par AREVA Mines dans les eaux qui se limitent à la fraction dissoute et ne permettent donc pas d'estimer la radioactivité totale présente. Les lacunes de connaissance identifiées ont été prises en compte pour établir le programme des contrôles de second niveau. Ces contrôles n'ayant toutefois pas vocation à compléter systématiquement les données de caractérisation des sites, ni à se substituer aux actions qui incombent à AREVA Mines, le programme d'investigation de l'IRSN s'est focalisé sur quelques points jugés prioritaires (cf. critères définis au chapitre 2), à savoir : l'usage, les niveaux radiométriques (exposition externe) et/ou radiologiques (radioactivité des eaux, des solides) ou une combinaison des deux.

Pour rappel, les sites de stockage de résidus, qui font l'objet d'un suivi plus étroit de la part des DREAL Poitou Charentes et Pays de la Loire, ne sont pas retenus pour les contrôles de second niveau. Cela a été le cas pour celui de La Commanderie dans le cadre de la présente mission. Seuls des prélèvements dans l'environnement proche du site ont été réalisés.

Le critère d'usage a notamment conduit à retenir le cas des anciens sites pour lesquels les eaux en relation avec les travaux miniers font l'objet d'un usage particulier ou seraient susceptibles d'être exploitées dans le futur

compte tenu de la localisation et des caractéristiques des sites. Les sites concernés sont ceux disposant d'une MCO ou d'écoulement d'eaux provenant d'anciens travaux miniers (cf. Tableau 4) :

- les sites de La Commanderie, La Roche Pied Rôti et La Dorgissière possèdent tous une MCO en eau avec un usage d'irrigation;
- le site de La Chapelle Largeau présente des écoulements d'eaux provenant de l'ancien site minier.

Par ailleurs, un usage particulier des terrains est aussi un point prioritaire. Par exemple, sur le site de La Roche Pied Rôti, deux maisons d'habitation ont été construites sur une partie de l'emprise de l'ancienne verse à stérile (cf. Tableau 4).

Tableau 4 : Usages des sites des Deux Sèvres d'après le BE d'AREVA Mines [2]

Site	MCO en eau	Usage(s) de la MCO	Autre(s) usage(s) du site
La Roche Pied Rôti	Oui	Irrigation	- Pavillons d'habitation construits sur une partie de l'emprise de l'ancienne verse à stériles ; - Champs cultivés sur une partie de l'ancienne verse à stériles.
La Chapelle Largeau	Non	/	- Centre sportif à l'emplacement de l'ancienne MCO ; - Zone industrielle sur l'ancien carreau du site (anciens bâtiments réutilisés).
La Dorgissière	Oui (MCO Nord)	Irrigation	MCO Sud remblayée utilisée comme pâturages.
La Commanderie	Oui	Irrigation	- Utilisation d'un ancien bâtiment par une usine d'emballage sur l'ancien carreau du site ; - Pâturages sur les anciennes aires de lixiviation réaménagées.

Enfin des concentrations en uranium et/ou des activités en radium 226 dans les eaux, supérieures aux valeurs généralement observées dans l'environnement en contexte géologique similaire (^{238}U -1 $\mu\text{g.L}^{-1}$ et ^{226}Ra -quelques dizaines de mBq.L^{-1}), ont été relevées par AREVA Mines en aval de plusieurs sites [2] :

- La Dorgissière : une concentration en uranium 238 égale à 17 $\mu\text{g.L}^{-1}$ dans le ruisseau qui draine les rejets potentiels du site ;
- La Commanderie : des concentrations en uranium 238 égales à 22 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en moyenne sur la période [2009-2011], à l'aval du site au niveau des ruisseaux de la Commanderie et de la Boisdrotière ;
- La Chapelle Largeau : une concentration en radium 226 total (fraction dissous + particulaire) égale à 310 mBq.L^{-1} dans l'étang récepteur des eaux d'exhaure du montage M260.

En outre, le ruisseau de la Pipaudière (site de La Chapelle Largeau), présente des concentrations élevées en arsenic [2]. Ces valeurs ont retenu l'attention de la DREAL Poitou Charentes qui a demandé à l'IRSN de réaliser des analyses d'arsenic en parallèle de ses investigations radiologiques.

Sur la base de ces éléments, les quatre sites des Deux Sèvres ont été sélectionnés pour les contrôles de second niveau de l'IRSN : la Roche Pied Rôti, la Chapelle Largeau, la Dorgissière et la Commanderie (environnement proche). En complément, la rivière la Sèvre Nantaise, potentiellement sous influence de l'ensemble des anciens sites miniers des Deux Sèvres et du Maine et Loire, a fait l'objet d'un contrôle par l'IRSN en aval de l'ensemble des sites de ces deux départements.

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 6. Celles-ci fournissent également un descriptif de la nature des travaux réalisés sur les sites, que ce soit au cours de l'exploitation ou pendant le réaménagement, et précisent la localisation géographique des sites et des principaux ouvrages miniers ainsi que le réseau hydrographique de surface correspondant. Les paragraphes suivants reprennent, de manière succincte, la situation des sites visités et les principales observations faites lors de la mission sur le terrain. Ils mentionnent les écarts mis en évidence par rapport au contenu du BE et s'attachent à décrire la situation radiologique observée de chaque site et de son environnement.

L'évaluation des situations s'appuie sur les observations visuelles (usage et accessibilité du site par exemple) mais également sur des résultats de mesures effectuées dans l'eau, les sédiments et les sols. Pour cette évaluation, des données caractéristiques de milieux comparables aux 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 local 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 des Deux Sèvres, sont compris entre 150 et 240 nSv.h⁻¹ (mesures de terrain).

Les concentrations en uranium et les activités en radium 226 généralement mesurées dans des eaux de surface, dans des contextes géologiques similaires à ceux des Deux Sèvres et non affectées par l'exploitation minière, sont respectivement de l'ordre de 1 µg.L⁻¹ et de quelques dizaines de mBq.L⁻¹ [7] à [15].

Pour ce qui concerne les sédiments, l'ordre de grandeur des activités massiques considérées pour le bruit de fond naturel est 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 Bq.kg⁻¹ sec pour chacun des radionucléides de la chaîne de l'uranium 238 [16]. Il est à noter que les concentrations en radioéléments des sédiments du milieu naturel mesurées par l'IRSN dans le Limousin, la Bourgogne, l'Aveyron et l'Auvergne, dans le cadre des contrôles de second niveau sont cohérentes avec ces gammes de valeurs [8 à 14].

Des prélèvements d'eau et de sédiments ont été effectués en amont des sites miniers durant la mission de terrain sur les départements du Maine et Loire et des Deux Sèvres. Les résultats, présentés en Annexe 2, sont cohérents avec les valeurs retenues de bruit de fond [8 à 14].

5.1 SITUATION ACTUELLE DES SITES ET IMPACT DE CEUX-CI SUR LES EAUX ET SEDIMENTS EN CHAMP PROCHE

5.1.1 SITES SUR LE BASSIN VERSANT DE L'OUIN : LA ROCHE PIED ROTI ET LA CHAPELLE LARGEAU

5.1.1.1 La Roche Pied Rôti

Pour plus de détails, voir l'Annexe 3.

Descriptif du site et des usages

Le site de la Roche Pied Rôti se situe sur des terrains privés et clôturés. Le minerai a été exploité en mine à ciel ouvert. A l'issue de la remontée des eaux souterraines, la fosse laissée par l'exploitation (la MCO) s'est progressivement ennoyée et est actuellement en eau. Cette dernière est utilisée par le propriétaire pour l'irrigation. Les terrains autour de la MCO ont retrouvé leur vocation agricole (pâturages et champs cultivés). Des stériles ont été utilisés pour combler une zone marécageuse situées à proximité de la MCO puis l'ensemble a été recouvert de terre végétale. Deux pavillons ont été construits sur ces terrains.

L'ancien site est drainé par un ruisseau qui s'écoule à l'Est de celui-ci (cf. Figure 17).

Les prélèvements d'eau et de sédiment effectués par l'IRSN et AREVA Mines sur et autour du site de la Roche Pied Rôti sont schématisés sur la Figure 6.

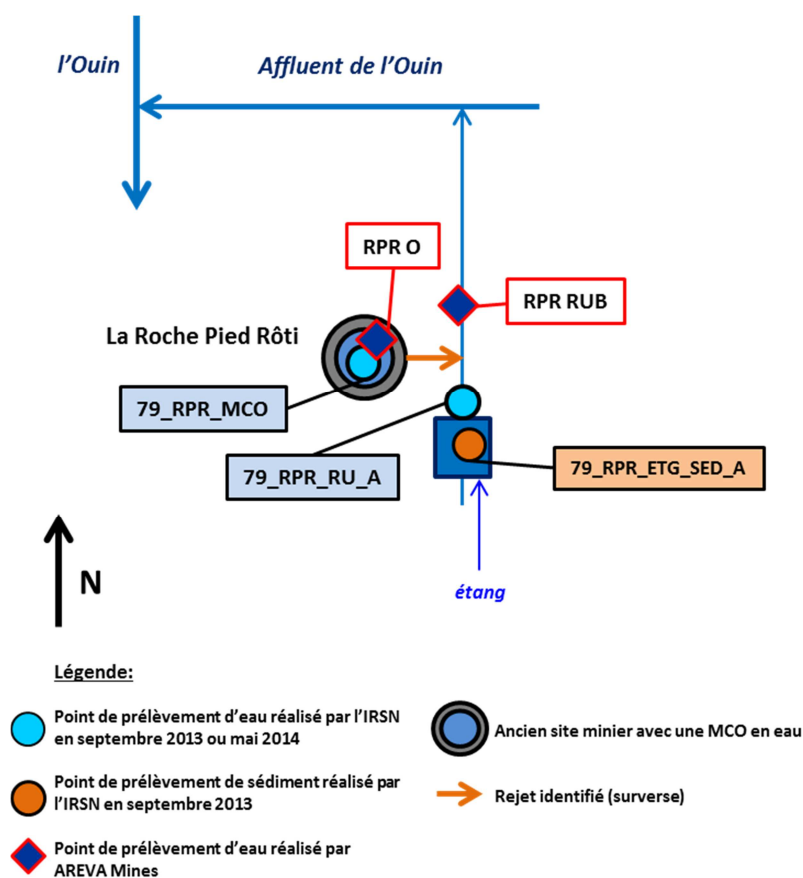


Figure 6 : Schéma de localisation des différents prélèvements d'eau et de sédiment effectués par l'IRSN et AREVA Mines sur et autour du site de La Roche Pied Rôti

Observations concernant la situation radiométrique et radiologique

Les débits de dose ont été mesurés autour des pavillons situés sur la verse à stériles, sur le chemin menant à la MCO et au niveau de la MCO. Ils n'excèdent pas deux fois le bruit de fond naturel.

L'analyse radiologique des eaux de la MCO réalisée par l'IRSN (échantillon 79_RPR_MCO cf. Figure 6, U fraction totale = $6,5 \pm 0,6 \mu\text{g.L}^{-1}$, ^{226}Ra fraction totale = $65 \pm 19 \text{ mBq.L}^{-1}$) conduit à des valeurs en accord avec celles présentées par AREVA Mines dans son BE (échantillon RPR O, cf. Figure 6, ^{238}U fraction dissous = $7 \mu\text{g.L}^{-1}$, ^{226}Ra fraction dissous < 40 mBq.L^{-1} ; [2]).

Par ailleurs et comme indiqué en introduction du chapitre 5 du présent rapport, des analyses radiologiques des sédiments d'un étang et de l'eau du ruisseau récepteur de la surverse de la MCO (échantillons 79_RPR-ETG_SED_A et 79_RPR_RU_A respectivement ; cf. Figure 6), situés en amont du site, ont été réalisées afin d'obtenir des valeurs hors influence minière pour les sites des Deux Sèvres. Les résultats d'analyses sur ces sédiments et ces eaux sont cohérents avec ceux obtenus dans le cadre de contrôles de second niveau réalisés dans d'autres départements et notamment celui du Maine et Loire [7] à [15] (cf. Annexe 2).

Observations concernant les usages actuels et proposition d'investigations complémentaires

Au vu de l'usage actuel des eaux de la MCO (irrigation), les valeurs mesurées dans ces eaux ne suscitent pas de commentaire particulier de la part de l'IRSN. En revanche, l'IRSN considère, que la présence de bâtiments fermés au droit de stériles conduit à une présomption d'exposition au radon et justifie d'engager une vérification. Aussi, les deux pavillons présents sur ce site, qui sont construits sur la verse à stériles, devraient faire l'objet d'un dépistage radon.

5.1.1.2 La Chapelle Largeau

Pour plus de détails, voir l'Annexe 4.

Descriptif du site et des usages

Le site se situe, en partie, à l'aplomb du village de la Chapelle Largeau, sur des terrains privés [2]. Les travaux miniers de ce site ont consisté en l'exploitation d'une mine à ciel ouvert et de travaux miniers souterrains. L'ensemble des travaux miniers ont été remblayés avec des matériaux divers :

- la MCO a été remblayée avec des déchets ménagers ainsi que des déchets d'équipements électriques et électroniques ;
- les TMS ont été remblayés par des matériaux provenant de l'exploitation de la mine d'or de la Bellière à Saint Pierre Montlimart et de sables cyclonés provenant du site de l'Ecarpière.

Une verse à stériles est présente sur des terrains communaux au Nord-Ouest du site : elle a été remodelée, un bassin d'orage y a été installé et l'ensemble est clôturé. Des chèvres assurent l'entretien de la zone.

L'ancien carreau minier a été réaménagé et les bâtiments sont utilisés par une entreprise. Des maisons, des bâtiments communaux et des terrains de sport ont été construits à l'aplomb des différents travaux miniers. Des effondrements ont été constatés et des travaux ont été effectués afin de combler une partie des vides miniers.

Suite à une demande de la DREAL en 2009, le ruisseau de la Pipaudière et l'étang de loisirs qu'il alimente, récepteurs des eaux d'exhaure des TMS (au niveau du montage M260 ; cf. Figure 7), ont été mis sous surveillance notamment pour suivre les concentrations en métaux lourds et plus particulièrement l'arsenic.

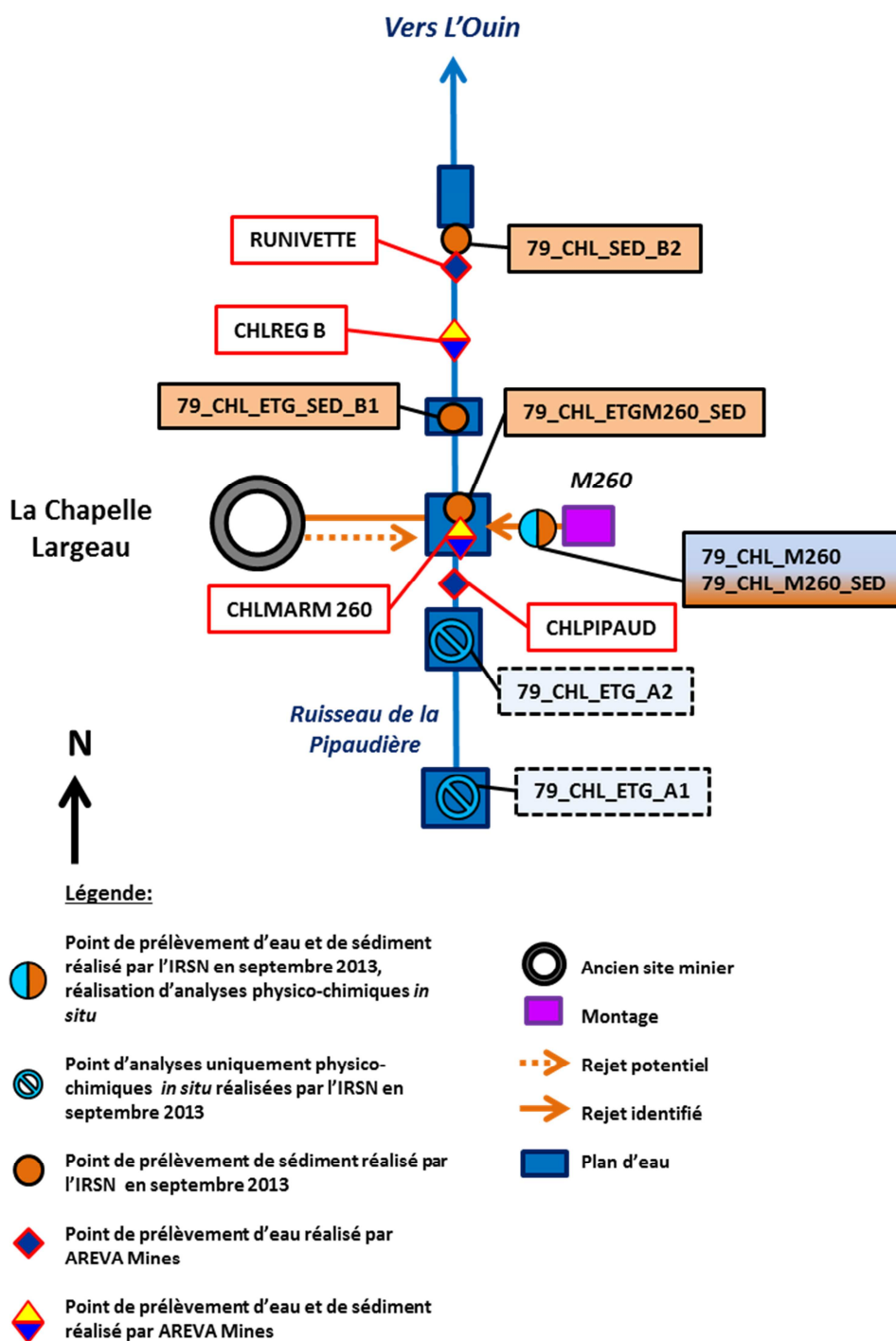


Figure 7 : Schéma de localisation des différents prélèvements d'eau et de sédiment effectués par l'IRSN et AREVA Mines sur et autour du site de La Chapelle Largeau

Observations concernant la situation radiométrique et radiologique

Les débits de dose ont été mesurés au niveau de la route passant au pied de la verse à stériles réaménagée notamment au niveau des zones accessibles au public, au niveau du montage M260 récupérant les eaux d'exhaure des TMS et autour de l'étang récepteur des eaux issues de ce montage.

La route présente des débits de dose élevés sur une zone d'environ 50 m² en face du bassin d'orage, avec des valeurs comprises entre 1100 et 2600 nSv.h⁻¹ (bruit de fond local compris entre 150 et 170 nSv.h⁻¹). Au niveau du fossé situé de l'autre côté de la route, des valeurs de l'ordre de 800 nSv.h⁻¹ ont été mesurées. AREVA Mines présente des valeurs pour la verse à stériles comprises entre 380 et 1850 nSv.h⁻¹. Cependant, la localisation précise des valeurs radiométriques hautes n'est pas indiquée dans le rapport [2] ; il n'est donc pas possible de

savoir si la zone mesurée par l'IRSN figure parmi les anomalies radiométriques identifiées par AREVA Mines lors des mesures. Cette zone peut être liée à la présence de stériles en soubassement de la route. Par ailleurs, les mesures radiométriques réalisées par AREVA Mines autour de l'ancien carreau minier sont comprises entre 230 et 980 nSv.h⁻¹. Autour du montage M260, une valeur ponctuelle de 540 nSv.h⁻¹, soit deux à trois fois le bruit de fond naturel, a été mesurée par l'IRSN ; aucune mesure n'a été réalisée par AREVA Mines autour de ce montage M260.

L'analyse des eaux du montage M260 par l'IRSN (échantillon 79_CHL_M260 ; cf. Figure 7) révèle une concentration en uranium proche du bruit de fond (cf. Annexe 2) et un fort marquage en radium 226 (5000 ± 1100 mBq.L⁻¹). Il est à noter que la valeur mesurée en radium au niveau du montage M260 dépasse la valeur définie par la réglementation générale des industries extractives (RGIE) pour juger de la nécessité d'un traitement des eaux [17].

Les résultats des analyses des sédiments prélevés au niveau du montage M260 et dans le ruisseau de la Pipaudière révèlent des activités massiques en uranium 238 de l'ordre du bruit de fond naturel local (cf. Annexe 2 et Annexe 4). Par contre, les mesures de radium 226 indiquent des activités dans les sédiments² très supérieures à celles observées dans le milieu naturel hors influence minière (cf. Annexe 2 et Annexe 4) :

- Au niveau du montage (échantillon 79_CHL_M260_SED ; cf. Figure 7), les activités en radium 226 sont de l'ordre de 29 fois celles caractérisant le bruit de fond naturel avec 14400 ± 1300 Bq.(kg m. s.)⁻¹ ;
- Dans l'étang récepteur des eaux d'exhaure du montage (échantillon 79_CHL_ETGM260_SED ; cf. Figure 7), les activités en radium 226 sont de l'ordre de 5 fois celles caractérisant le bruit de fond avec 2510 ± 220 Bq.(kg m. s.)⁻¹ ;
- Dans un étang situé en aval du montage (échantillon 79_CHL_ETG_SED_B1 ; cf. Figure 7), les activités en radium 226 sont de l'ordre de 1,5 fois celles caractérisant le bruit de fond naturel avec 720 ± 70 Bq.(kg m. s.)⁻¹ ;
- Dans le ruisseau de la Pipaudière en aval éloigné (~350 m) du montage (échantillon 79_CHL_ETG_SED_B2, Figure 7), les activités en radium 226 sont de l'ordre de celles caractérisant le bruit de fond naturel avec 504 ± 44 Bq.(kg m. s.)⁻¹.

Les teneurs en radium 226 dans les sédiments diminuent avec la distance par rapport au montage. Aucune mesure n'a été faite par AREVA Mines dans les sédiments au niveau du montage. Cependant, ce marquage en radium des sédiments a été constaté par AREVA Mines au niveau de l'étang récepteur des eaux d'exhaure du montage (échantillon CHLMARM 260 ; cf. Figure 7). Une hypothèse pouvant expliquer le marquage en radium 226 des eaux et des sédiments est la présence de sables cyclonés dans les TMS.

Analyses chimiques

Les paramètres physico-chimiques évoluent le long du ruisseau de la Pipaudière de l'amont (échantillon 79_CHL_ETG_A1) vers l'aval (échantillon 79_CHL_SED_B2) (cf. Figure 7). En effet, les eaux d'exhaure issues du montage M260 ont une nette influence sur le pH, la conductivité et l'alcalinité des eaux de ce ruisseau (cf. Annexe 4). Au point de mesure IRSN le plus éloigné (échantillon 79_CHL_SED_B2), les valeurs des paramètres physico-chimiques tendent à revenir vers les valeurs amont.

Des analyses d'arsenic ont été réalisées sur les eaux du montage M260 (échantillon 79_CHL_M260 ; cf. Figure 7) et sur les sédiments prélevés au niveau du montage et des deux plans d'eau situés à l'aval (échantillons

² Activité exprimée en Bq.(kg m.s.)⁻¹ avec m.s. = masse sèche

79_CHL_M260_SED, 79_CHL_ETGM260_SED et 79_CHL_ETG_SED_B1 ; cf. Figure 7). Les résultats d'analyses montrent un marquage en arsenic des eaux et des sédiments, les valeurs les plus élevées étant relevées au niveau du montage M260 ($As_{\text{eau}} = 0,503 \pm 0,005 \text{ mg.L}^{-1}$ et $As_{\text{sédiment}} = 1205 \text{ mg.kg}^{-1}$). Pour information, la valeur fixée par l'OMS dans l'eau potable pour l'arsenic est de $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$. Bien que ce marquage s'atténue avec la distance (au point 79_CHL_ETG_SED_B1, $As_{\text{sédiment}} = 693 \text{ mg.kg}^{-1}$), les valeurs relevées dans les sédiments sont supérieures à celles référencées dans l'inventaire minier du territoire métropolitain par le BRGM autour de la Chapelle Largeau (valeurs inférieures à 100 mg.kg^{-1} , [18]).

Le marquage des eaux et des sédiments en arsenic pourrait provenir du lessivage des produits provenant de l'exploitation de la mine d'or de la Bellière à Saint Pierre Montlimart, qui ont servi à combler en partie les TMS du site (50 000 tonnes [2]). En effet, le minerai exploité dans la concession de la Bellière contient 1 à 1,5% de sulfures dont de l'arsénopyrite (FeAsS) [19]. Cette dernière, présente dans les produits de comblement des TMS, serait lixiviée par les eaux de mine en même temps que les sables cyclonés riches en radium.

Par ailleurs, les analyses de sédiments réalisées par AREVA Mines en aval du montage M260 (points CHLMARN 260 et CHLREG, cf. Figure 7), entre 2009 et 2010, montrent une augmentation forte des activités des différents radionucléides (^{238}U , ^{226}Ra) ainsi que celle de la concentration en arsenic (au point CHLMARN 260 : de 64 à $153 \text{ Bq. (kg m. s.)}^{-1}$ pour ^{238}U , de 180 à $1590 \text{ Bq. (kg m. s.)}^{-1}$ pour le ^{226}Ra et de 88 à 714 mg.kg^{-1} pour l'arsenic, cf. Annexe 4). Ces dernières tendent à se stabiliser entre 2010 et 2011. L'IRSN ne dispose pas des mesures réalisées dans le cadre de la surveillance réglementaire entre 2011 et 2013 sur ce site, mais les valeurs mesurées en 2013 par l'IRSN au niveau de l'étang récepteur des eaux d'exhaure (échantillon 79_CHL_ETGM260_SED, cf. Annexe 4) tendent à montrer une nouvelle augmentation significative de ces valeurs ($400 \pm 230 \text{ Bq. (kg m. s.)}^{-1}$ pour ^{238}U , $2510 \pm 220 \text{ Bq. (kg m. s.)}^{-1}$ pour le ^{226}Ra et 1074 mg.kg^{-1} pour l'arsenic). L'origine de cette évolution n'est à ce stade pas connue. Une attention particulière devra être portée aux futures mesures qui seront réalisées dans les eaux et les sédiments du ruisseau de la Pipaudière au titre de la surveillance.

Observations concernant les usages actuels et proposition d'investigations complémentaires

Compte tenu des teneurs en radium 226 et en arsenic des eaux et des sédiments du montage M260, le plan de surveillance réglementaire, qui comprend déjà l'étang récepteur des eaux d'exhaure, devrait être complété par l'ajout d'un point de prélèvement au niveau du montage. De plus, le montage se trouvant sur un terrain privé à usage de loisirs, des mesures de protection des personnes devraient être imposées, notamment la limitation de l'accès aux eaux d'exhaure compte tenu de la valeur mesurée en radium ($5000 \pm 1100 \text{ mBq.L}^{-1}$). Par ailleurs, les concentrations en arsenic de l'eau de l'étang récepteur des eaux d'exhaure appellent à une vigilance particulière quant aux usages de celui-ci, afin de prévenir l'exposition des personnes liée à des activités à risque (pêche, irrigation de potager, etc.). Il conviendrait en outre de suivre avec attention l'évolution dans le temps des concentrations en arsenic, en uranium 238 et en radium 226 dans les sédiments de cet étang, compte tenu des augmentations significatives observées ces dernières années. Enfin, l'IRSN considère, que les bâtiments fermés dans le secteur nord du site (secteur de la verse à stériles) devraient faire l'objet d'un dépistage radon. Ceux situés à l'aplomb des travaux miniers mériteraient également un dépistage car la présence de galeries sous des bâtiments peut constituer un contexte favorisant le transfert du radon vers la surface. A cet égard, il conviendrait de s'assurer que les actions en cours, menées par AREVA Mines à La Chapelle Largeau dans le cadre de la campagne nationale de recensement des lieux de réutilisation de stériles, permettent de tenir compte de cet enjeu particulier.

5.1.2 SITES SUR LE BASSIN VERSANT DE LA SEVRE NANTAISE : LA DORGISSIERE ET LA COMMANDERIE

5.1.2.1 La Dorgissière

Pour plus de détails, voir l'Annexe 5.

Descriptif du site et des usages

Le site de la Dorgissière se situe sur des terrains appartenant à AREVA Mines ou à des propriétaires privés [2]. L'exploitation minière a consisté en des travaux miniers souterrains (TMS) et de mines à ciel ouvert (MCO Nord et MCO Sud) [2]. La MCO Nord est en eau et sert pour irriguer les champs environnants. Cette dernière ainsi que la verse à stériles et l'ancien carreau minier sont clôturés et interdits d'accès. La MCO Sud a été remblayée et le terrain a retrouvé une vocation agricole (pâturage). Le propriétaire de ces terrains a indiqué qu'en cas de forte précipitation, il existait un effet « siphon » entre la MCO Nord et les montages M100 et M253 via les TMS : les terrains situés à l'aplomb de ces montages ont tendance à être inondés. Le site est drainé jusqu'à un ruisseau s'écoulant à l'Est du site (cf. Figure 8). Celui-ci recueille notamment les eaux de surverse de la MCO Nord.

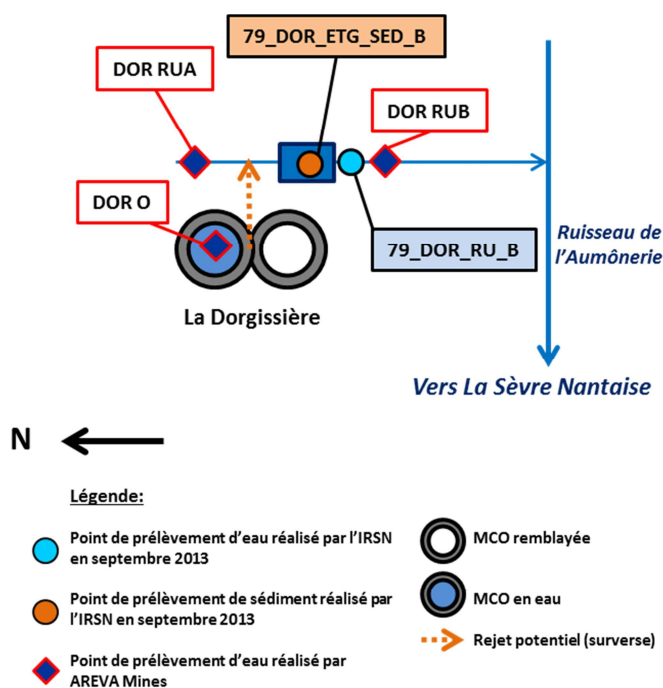


Figure 8 : Schéma de localisation des différents prélèvements d'eau et de sédiment effectués par l'IRSN et AREVA Mines sur et autour du site de La Dorgissière

Observations concernant la situation radiométrique et radiologique

Les débits de dose ont été mesurés au niveau de l'emprise de la MCO Sud remblayée. Ils sont égaux à une à deux fois le bruit de fond naturel.

L'analyse des eaux réalisée par l'IRSN en aval du site de La Dorgissière (échantillon 79_DOR_RU_B, U fraction totale = $37 \pm 4 \mu\text{g.L}^{-1}$; cf. Figure 8) confirme le marquage en uranium observé par AREVA Mines (échantillon DOR RUB, ^{238}U fraction dissoute = $17 \mu\text{g.L}^{-1}$; cf. Figure 8) dans les eaux du ruisseau qui s'écoule à l'Est du site.

Les résultats d'analyses sur les sédiments de ce ruisseau révèlent également un marquage des sédiments en aval du site. En effet, les activités massiques mesurées sont supérieures à celles observées dans le milieu naturel hors

influence minière pour l'uranium 238 (de l'ordre de 4,5 fois celle caractérisant le bruit de fond local). Pour le radium 226, les activités massiques sont, quant à elles, de l'ordre du bruit de fond naturel local (cf. Annexes 2 et 5).

Observations concernant les usages actuels et proposition d'investigations complémentaires

Compte tenu des concentrations en uranium des eaux et des sédiments et de l'usage de l'eau du ruisseau pour l'abreuvement du bétail, l'incidence de la contamination des denrées agricoles produites sur le site (viandes, lait) devrait être évaluée. Par ailleurs, dans le cas où des inondations régulières par l'eau de la MCO Nord (via les TMS) des terrains localisés à l'aplomb de la MCO Sud seraient confirmées, l'IRSN suggère de réaliser des analyses complémentaires de terre dans les pâturages situés au niveau des montages M100 et M253 afin d'évaluer l'éventuelle contamination des terrains concernés.

5.1.2.2 La Commanderie

Pour plus de détails, voir l'Annexe 6.

Descriptif du site et des usages

Le site de La Commanderie se situe sur des terrains appartenant pour une partie à AREVA Mines et pour une autre partie à des propriétaires privés [2]. Les travaux miniers ont consisté en l'exploitation d'une mine à ciel ouvert et de travaux miniers souterrains. La MCO a été partiellement remblayée avec des résidus de traitement statique du minerai. La MCO est en eau et ce stockage de résidus se situe actuellement au fond de cette dernière. Deux ruisseaux sont potentiellement sous influence du site (cf. Figure 9) : le ruisseau de la Boisdrotière et le ruisseau de la Commanderie. Ce dernier alimente, en partie, la MCO via un canal spécifique. L'eau de la MCO est utilisée pour irrigation agricole par une association d'agriculteurs (autorisation de la DRIRE du 18/06/1993). Une partie du site (anciens bassins de collecte des lixiviats et aires de lixiviation) a retrouvé sa vocation agricole (pâturage) et une entreprise s'est installée dans les anciens bâtiments de la mine (bureau, vestiaires, ateliers, magasin). Une verse à stériles est présente sur le site : elle est recouverte de végétation et un chemin de randonnée passe au pied de la verse et autour de la MCO. Un grillage entoure la MCO et l'accès est fermé par un portail. Cependant, il a été constaté que le grillage entourant la MCO (à gauche du portail ou au niveau des pompes d'irrigation) est facilement franchissable, voire même régulièrement franchi. Par ailleurs, il existe des chemins permettant de traverser le site et d'accéder aux champs qui l'entourent. En outre, un parc photovoltaïque de 7 hectares devrait être construit sur le site prochainement.

Depuis une demande de la DRIRE en 1994, le site est soumis à une surveillance réglementaire de l'environnement (eaux, sédiments, sols, produits de la chaîne alimentaire ; cf. Tableau 3).

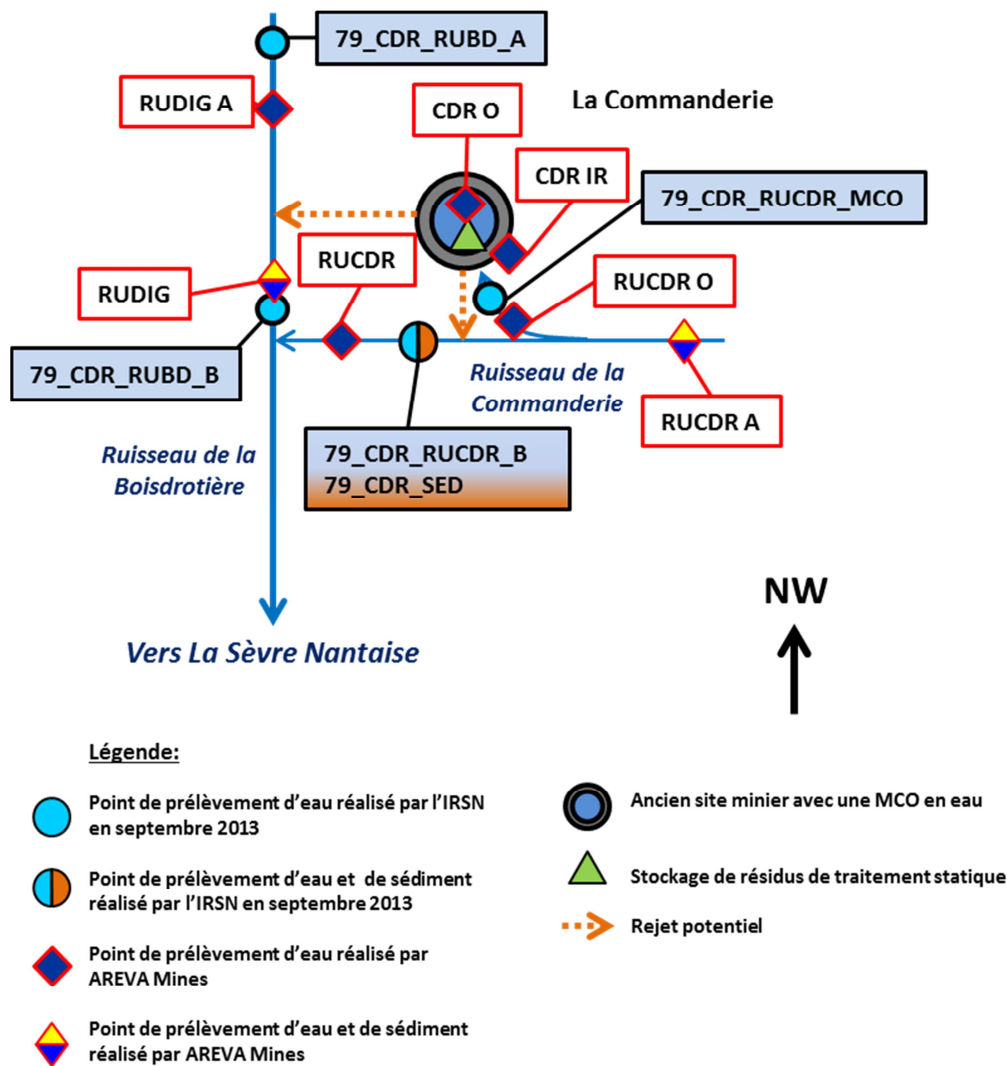


Figure 9 : Schéma de localisation des différents prélèvements d'eau et de sédiment effectués par l'IRSN et AREVA Mines sur et autour du site de La Commanderie

Observations concernant la situation radiométrique et radiologique

Les débits de dose mesurés par l'IRSN dans des zones fréquentées par le public (chemin de randonnée, chemin communal et chemin situé au Sud-Ouest de la verse à stériles) sont compris entre 300 et 770 nSv/h, soit de un à quatre fois le bruit de fond naturel. Ces données sont cohérentes avec celles d'AREVA Mines qui a relevé une à trois fois le bruit de fond autour de la MCO.

L'IRSN a effectué des mesures dans les eaux des deux ruisseaux potentiellement sous influence du site : le ruisseau de la Boisdroitière et le ruisseau de la Commanderie (cf. Figure 9).

Les mesures réalisées par AREVA Mines et l'ASN dans le ruisseau de la Boisdroitière dites à l'amont du site (point RUDIG A, valeur AREVA Mines 238U fraction dissoute = $18 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, ^{226}Ra fraction dissoute = $170 \text{mBq}\cdot\text{L}^{-1}$; cf. Figure 9) montrent des valeurs plus élevées que le point amont échantillonné par l'IRSN (point 79_CDR_RUBD_A ; cf. Figure 9) qui est du même ordre de grandeur que le bruit de fond local. Il semblerait donc que le point RUDIG A, plus en aval que le point IRSN, soit déjà sous l'influence du site (notamment des anciennes aires de lixiviation en tas), ce qui expliquerait les valeurs plus élevées relevées.

L'analyse des eaux réalisée par l'IRSN en aval du site de La Commanderie dans le ruisseau de la Boisdroitière d'une part (échantillon 79_CDR_RUBD_B, U fraction totale = $37 \pm 4 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, ^{226}Ra fraction totale = $99 \pm 52 \text{mBq}\cdot\text{L}^{-1}$; cf.

Figure 9) et dans le ruisseau de la Commanderie d'autre part (échantillon 79_CDR_RUCDR_B, U fraction totale = $28 \pm 3 \mu\text{g.L}^{-1}$, ^{226}Ra fraction totale = $110 \pm 30 \text{mBq.L}^{-1}$; cf. Figure 9) confirme le marquage en uranium et en radium 226 observé par AREVA Mines et l'ASN (contrôles inopinés en 2010, [5]). Ce marquage est aussi observé dans les eaux du ruisseau de la Commanderie alimentant la MCO avec des valeurs relevées par l'IRSN en uranium et en radium 226 (échantillon 79_CDR_RUCDR_MCO ; U fraction dissoute = $86 \pm 9 \mu\text{g.L}^{-1}$, ^{226}Ra fraction totale = $380 \pm 90 \text{mBq.L}^{-1}$; cf. Figure 9) significativement plus élevées que celles d'AREVA Mines (échantillon RUCDR O ; ^{238}U fraction dissoute = $21 \mu\text{g.L}^{-1}$, ^{226}Ra fraction dissoute = 80mBq.L^{-1} ; cf. Figure 9). Ces écarts ne sont, à ce stade, pas expliqués. Par ailleurs, les analyses de sédiment réalisées par l'IRSN et l'ASN montrent un marquage et confirment celui observé dans l'environnement proche du site de La Commanderie.

Observations concernant les usages actuels et proposition d'investigations complémentaires

Compte tenu de l'usage (lieu de passage de faible fréquentation) des zones accessibles au public, les débits de dose relevés lors du contrôle de second niveau n'appellent pas de remarque particulière. Comme mentionné précédemment, l'IRSN a constaté lors de sa visite que le grillage entourant la MCO est facilement franchissable et a, par endroit, déjà fait l'objet d'une intrusion. La réparation et le renforcement de ce grillage permettraient de limiter les risques d'intrusion, possiblement favorisés par la présence d'un chemin de randonnée ceinturant la MCO.

Les mesures dans les eaux et les sédiments, réalisées par l'IRSN dans le cadre du contrôle de second niveau confirment le marquage de l'environnement proche du site. L'IRSN rappelle que ce dernier est sous surveillance réglementaire et que l'usage de l'eau de la MCO pour l'irrigation est soumis à autorisation. S'agissant de la surveillance réglementaire, l'IRSN propose le déplacement du point d'échantillonnage RUDIG A plus en amont du ruisseau de la Boisdrotière, afin que le point considéré comme un amont soit réellement hors influence du site.

5.2 IMPACT DES ANCIENS SITES MINIERS DES DEUX SEVRES SUR LA RIVIERE LA SEVRE NANTAISE EN CHAMP ELOIGNE DES SITES

Un échantillon d'eau (44_CLISSON_SN_B) a été prélevé à Clisson, dans la rivière la Sèvre Nantaise, en vue d'évaluer l'impact de l'ensemble des sites localisés en amont hydraulique dans les départements des Deux Sèvres et du Maine et Loire (cf. Figure 10). Ce prélèvement a été effectué en aval de la confluence de la Sèvre Nantaise avec la Moine (cf. Figure 10 et Figure 11).

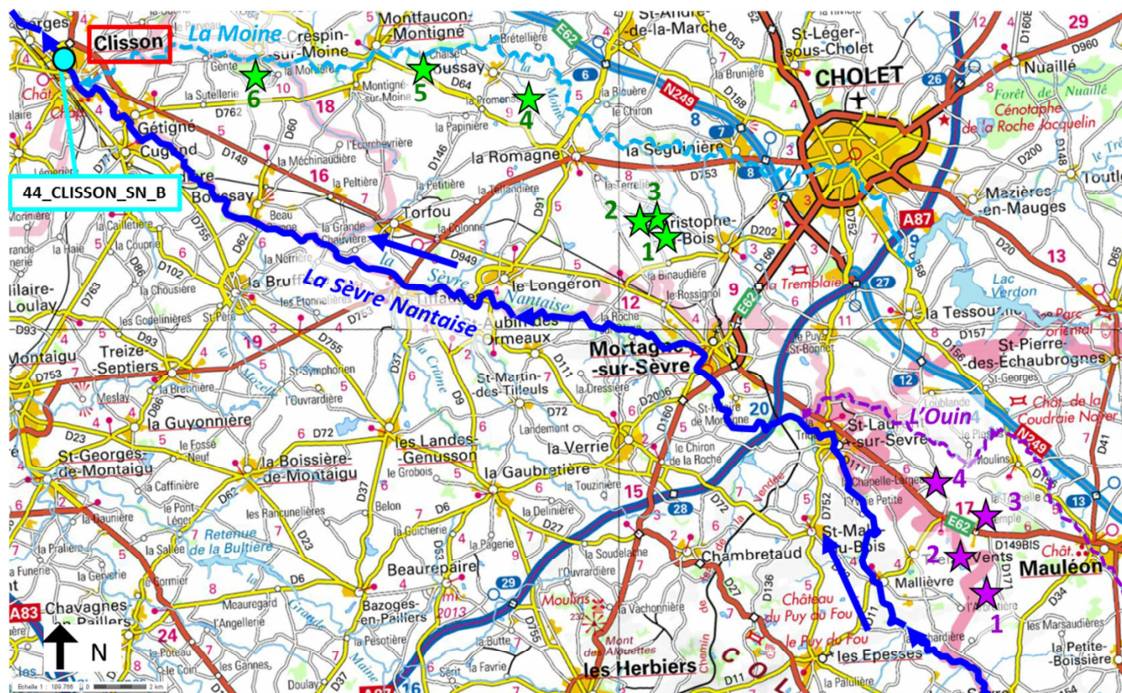


Figure 10 : Localisation du point 44_CLISSON_SN_B situé à l'aval de l'ensemble des anciens sites miniers des départements des Deux Sèvres et du Maine et Loire (sur fonds de carte Géoportail [4])

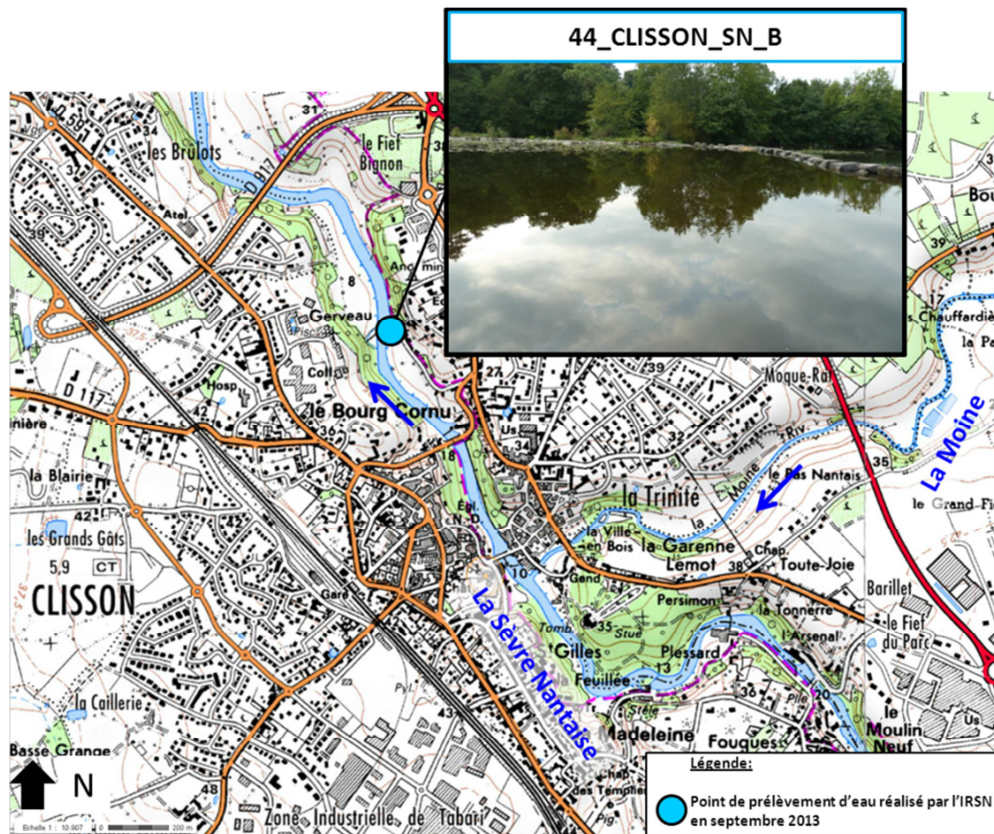


Figure 11 : Localisation et photographie du point de prélèvement d'eau (44_CLISSON_SN_B) effectué par l'IRSN dans la rivière la Sèvre Nantaise en aval des sites des Deux Sèvres et du Maine et Loire (sur fonds de carte Géoportail IGN © [4])

Les résultats des mesures physico-chimiques *in situ* sont synthétisés dans l'Annexe 1. Les résultats des analyses radiologiques de cet échantillon d'eau (cf. Tableau 5) montrent une concentration en uranium et une activité 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 (cf. Annexe 2). Il n'y a donc pas d'incidence des travaux miniers des départements du Maine et Loire et des Deux Sèvres sur la Sèvre Nantaise en champ éloigné des sites.

Tableau 5 : 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 Sèvre Nantaise à l'aval des sites des Deux Sèvres et du Maine et Loire

Nom de l'échantillon	Commentaires	pH	U total [$\mu\text{g.L}^{-1}$]	²²⁶ Ra total [mBq.L ⁻¹]
44_CLISSON_SN_B	La Sèvre Nantaise à l'aval des sites du Maine et Loire et des Deux Sèvres	7,4	1,5 ± 0,2	<13

6 CONCLUSIONS

L'IRSN a réalisé, du 23 au 27 septembre 2013, une mission de terrain sur une partie des anciens sites miniers d'uranium recensés dans le département des Deux Sèvres. 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 (BE) produit par AREVA Mines en 2012 [2].

Ces contrôles se sont focalisés sur les sites de La Chapelle Largeau, La Roche Pied Rôti, La Dorgissière ainsi que l'environnement proche du site de La Commanderie, en raison des niveaux radiométriques et/ou radiologiques (eaux, sédiments) mesurés sur ces sites et dans leur environnement, ainsi que des usages connus. Ils ont consisté à confronter les informations du BE avec celles de la base de données MIMAUSA pour en améliorer son contenu, à vérifier par échantillonnage que la situation radiologique des sites et de leur environnement est conforme à ce qui est présenté dans le BE et à recueillir des informations sur les modifications éventuelles survenues postérieurement à la réalisation du BE.

Les observations et résultats de ces contrôles de second niveau conduisent globalement à confirmer les informations contenues dans le BE d'AREVA Mines. Dans quelques cas, ils ont permis d'apporter des compléments et des précisions qui ont été intégrées dans la base de données MIMAUSA (mise à jour Août 2013, [6]). C'est notamment le cas pour les caractéristiques générales des sites (notamment les surfaces des sites), les quantités de stériles, de minerai et d'uranium produits et la teneur moyenne en uranium du minerai.

Les contrôles effectués par l'IRSN conduisent à suggérer l'évolution du plan de surveillance :

- pour la Commanderie, l'IRSN propose le déplacement plus en amont du point d'échantillonnage RUDIG A, considéré comme le point amont du site par AREVA Mines, afin qu'il soit réellement hors influence du site ;
- pour La Chapelle Largeau, un point de prélèvement d'eau et de sédiments devrait être ajouté au niveau du montage M260 qui est l'exutoire des eaux d'exhaure du site. En effet, ces eaux présentent un fort marquage en arsenic et en radium 226 ($As = 0,503 \pm 0,005 \text{ mg.L}^{-1}$ et $^{226}\text{Ra} = 5000 \pm 1100 \text{ mBq.L}^{-1}$). L'IRSN souligne que la valeur mesurée en radium au niveau de ces eaux dépasse la valeur définie par la réglementation générale des industries extractives (RGIE) pour juger de la nécessité d'un traitement des eaux.

De plus, le montage M260 (Site La Chapelle Largeau) se trouvant sur un terrain privé à usage de loisirs, des mesures de protection des personnes devraient être imposées, notamment la limitation de l'accès aux eaux d'exhaure. En outre, l'étang récepteur des eaux d'exhaure contient de l'arsenic à des niveaux (concentration moyenne de $1,19 \text{ mg.L}^{-1}$ dans l'eau et jusqu'à 1074 mg.kg^{-1} dans les sédiments avec des concentrations dans ces derniers qui augmentent depuis le début de la surveillance en 2009). Ces niveaux appellent à une vigilance particulière quant aux usages de cet étang, afin de prévenir l'exposition des personnes liée à des activités particulières (pêche, irrigation de potager, etc.).

S'agissant du site de la Commanderie, compte tenu de la présence d'un chemin de randonnée autour de la MCO, la réparation et le renforcement du grillage qui l'entoure devraient être envisagés afin de réduire les risques d'intrusion.

Par ailleurs, compte tenu des concentrations en uranium des eaux (U fraction totale = $37 \pm 4 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$) et des sédiments ($^{238}\text{U} = 2300 \pm 240 \text{ Bq. (kg m. s.)}^{-1}$) du ruisseau en aval du site de La Dorgissière et de l'usage de l'eau de ce ruisseau pour l'abreuvement de bétail, l'IRSN estime que l'incidence associée à une contamination des denrées agricoles produites sur le site (viandes, lait) devrait être évaluée. Dans le cas où des inondations régulières par l'eau de la MCO Nord seraient confirmées, cette évaluation devrait être complétée par la réalisation d'analyses complémentaires de terre dans les pâturages situés au niveau des montages M100 et M253 afin d'évaluer les possibilités de contamination des terrains concernés.

Enfin, l'IRSN considère qu'un dépistage radon devrait être réalisé dans les bâtiments fermés présents sur la verse à stériles de La Roche Pied Rôt ainsi que dans le secteur de la verse à stériles et à l'aplomb des travaux miniers de La Chapelle Largeau, afin d'estimer l'exposition des personnes et de juger de la nécessité de mettre en œuvre des actions de remédiation.

7 REFERENCES

1. DGPR (2009). Circulaire DGPR/SRT/MSNR/SN/2009.132 du 22 Juillet 2009.
2. AREVA (2012). Bilan environnemental. Sites miniers des Deux Sèvres.
3. IRSN (2007). Inventaire national des sites miniers d'uranium, Version 2.
4. Site du Géoportail : www.geoportail.gouv.fr
5. IRSN (2011). Sites d'uranium de l'Ecarpière et de La Commanderie - Analyse des résultats des inspections des 20 novembre 2009, 30 juin 2010 et 1^{er} juillet 2010. Avis IRSN n° 2011-0424.
6. IRSN (2013). Base MIMAUSA, Mise à jour Août 2013. Accessible via : <http://mimausabdd.irsn.fr/>
7. IRSN (2009). Programme MIMAUSA volet 2 « Etudes complémentaires », Rapport de la mission pilote de novembre 2008 sur les anciens sites de Lozère. Rapport DEI/SARG/2009-04.
8. IRSN (2011). Contrôles de second niveau effectués sur les anciens sites miniers de Creuse. Rapport DEI/SARG/2011-07.
9. IRSN (2011). Contrôles de second niveau effectués sur les anciens sites miniers de Corrèze. Rapport IRSN/DEI/SARG/2011-018.
10. IRSN (2012). Contrôles de second niveau effectués sur les anciens sites miniers du Nord de la Haute-Vienne. Rapport PRP-DGE/2012-010.
11. IRSN (2012). Contrôles de second niveau effectués sur les anciens sites miniers de la Nièvre. Rapport PRP-DGE/2012-008.
12. IRSN (2012). Contrôles de second niveau effectués sur les anciens sites miniers de la Saône-et-Loire. Rapport PRP-DGE/2012-016.
13. 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.
14. IRSN(2014). Contrôles de second niveau effectués sur les anciens sites miniers d'uranium de l'Aveyron. Rapport PRP-DGE/2013-00032.
15. IRSN (2014). Contrôles de second niveau effectués sur les anciens sites miniers du Maine et Loire. Rapport PRP-DGE/2014-00024
16. 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.
17. Décret n° 90-222 du 9 mars 1990 complétant le règlement général des industries extractives institué par le décret n° 80-331 du 7 mai 1980.
18. BRGM <http://infoterre.brgm.fr/>. Inventaire minier du territoire métropolitain, 2006
19. DREAL Pays de Loire, Inventaire national du patrimoine géologique, Sites présélectionnés : Fiche IPG49_FA028 : Les filons de quartz aurifères de Saint-Pierre-Montlimart et la concession de la Bellière. Accessible via : http://www.donnees.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/spip.php?page=zonage&id_type=36&id_regional=IPG49_FA028. Consulté le 5 mars 2014.
20. AREVA (2013). Bilan environnemental. Sites miniers de Vendée.

8 ANNEXES

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

Nom de l'échantillon	Caractéristiques	Site	X [Lambert 93]	Y [Lambert 93]	Date du prélèvement	Radiométrie [nSv.h ⁻¹]	pH	T [°C]	C [µS.cm ⁻²]	Alc [mg.L ⁻¹]	Turbidité [ppm]
79_RPR_MCO	Eau de la MCO	Roche Pied Rôti	409473	6655405	23/09/13	350	7,4	15,2	96	25	86
79_RPR_RU_A	Eau du ru récepteur de la surverse, en amont de la MCO	Roche Pied Rôti	409600	6655203	16/05/2014	nm	7,3	14,3	145	65	35
79_RPR_ETG_SED_A	Sédiments d'un étang en amont du ru récepteur de la surverse	Roche Pied Rôti	409588	6655146	23/09/13	nm	7,1	18,0	164	75	31
79_DOR_RU_B	Eau du ru récepteur de la surverse en aval du site	Dorgissière	410272	6651666	23/09/13	nm	7,2	16,8	298	100	30
79_DOR_ETG_SED_B	Sédiments de l'étang en aval du ru récepteur des écoulements de la surverse de la MCO	Dorgissière	410264	6651674	23/09/13	235	7,5	18,3	205	80	80
79_CDR_RUBD_A	Eau du ruisseau de la Boisdrotière en amont du site	Commanderie	409071	6654684	24/09/13	261	6,8	16,4	202	90	147
79_CDR_RUBD_B	Eau du ruisseau de la Boisdrotière en aval du site	Commanderie	408154	6653214	24/09/13	160	6,8	15,3	334	55	11
79_CDR_RUCDR_MCO	Eau du ruisseau de la Commanderie au niveau du canal alimentant la MCO	Commanderie	409026	6653742	24/09/13	263	7,1	14,1	188	35	2
79_CDR_RUCDR_B	Eau du ruisseau de la Commanderie en aval du site	Commanderie	408707	6653819	24/09/13	320	6,7	14,3	179	30	32
79_CDR_SED	Sédiments du ruisseau de la Commanderie en aval du site	Commanderie	408707	6653819	24/09/13	320	6,7	14,3	179	30	32

Avec: T = température, C = Conductivité, Alc = Alcalinité, nm = non mesuré
En bleu: les prélèvements d'eau, en marron : les prélèvements de sédiment
* Le prélèvement 79_RPR_RU_A a été réalisé en mai 2014 lors de la mission MIMAUSA Vendée

**Annexe 2 : Résultats des mesures de pH et de conductivité et des analyses radiologiques (uranium et radium 226), effectuées par l'IRSN sur des échantillons hors influence minière et dans un contexte géologique similaire (prélevés dans les départements du Maine et Loire et des Deux Sèvres).
Caractérisation du bruit de fond local**

Au cours du contrôle de second niveau, réalisé entre le 23 et le 27 septembre 2013, trois échantillons de sédiments et deux échantillons d'eaux ont été prélevés en amont des sites miniers du Maine et Loire et des Deux Sèvres. Un échantillon d'eau a été prélevé en amont du site la Roche Pied Rôti (site Deux Sèvres), en mai 2014, lors de la mission MIMAUSA en Vendée. Ces échantillons ont été prélevés hors influence minière et dans un contexte géologique similaire aux sites étudiés. Ils permettent de caractériser le bruit de fond local et ainsi de comparer les valeurs obtenues dans des échantillons prélevés sur sites ou en aval de sites étudiés.

1 LOCALISATION DES POINTS DE PRELEVEMENTS DES ECHANTILLONS

Les échantillons prélevés et analysés par l'IRSN sont (cf. Figure 12, Figure 13 et Figure 14):

➤ **Les sédiments :**

- les échantillons 49_BNN_ETG_SED_A1 et 49_BNN_ETG_SED_A2 ont été prélevés en amont de sites miniers du Maine et Loire (le Rétail, la Bonnière et les Quatre-Chênes) dans l'étang des Robinières et l'étang de la Faverie respectivement ;
- l'échantillon 79_RPR_ETG_SED_A a été prélevé dans un étang en amont du site la Roche Pied Rôti.

➤ **Les eaux :**

- l'échantillon 49_BNN_ETG_A2 a été prélevé en amont de sites miniers du Maine et Loire (le Rétail, la Bonnière et les Quatre-Chênes) dans l'étang de la Faverie ;
- l'échantillon 49_MOINE_A a été prélevé dans la Moine en amont de l'ensemble des sites du Maine et Loire, avant la confluence avec le ruisseau de la Bégaudière ;
- l'échantillon 79_RPR_RU_A. a été prélevé dans le ruisseau en amont du site la Roche Pied Rôti (Site des Deux Sèvres).

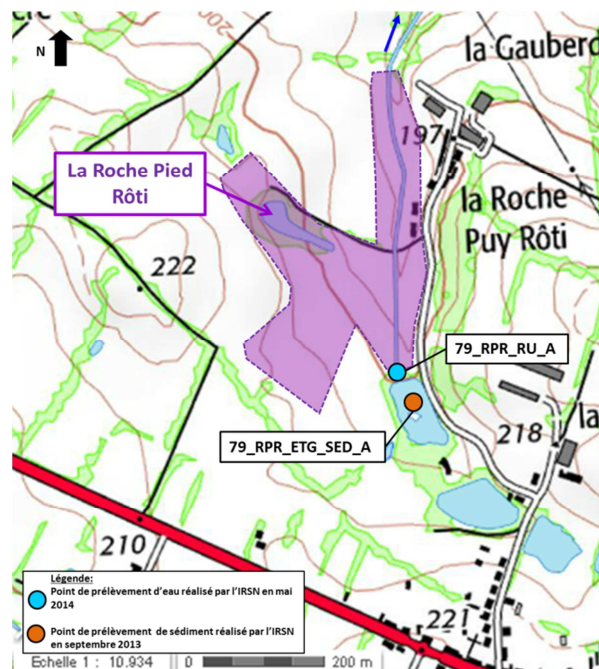


Figure 12 : Localisation des points de prélèvements de sédiment et d'eau réalisés par l'IRSN en amont du site minier La Roche Pied Rôti (Deux Sèvres), en violet l'emprise du site (sur fonds Géoportail IGN © [4]).

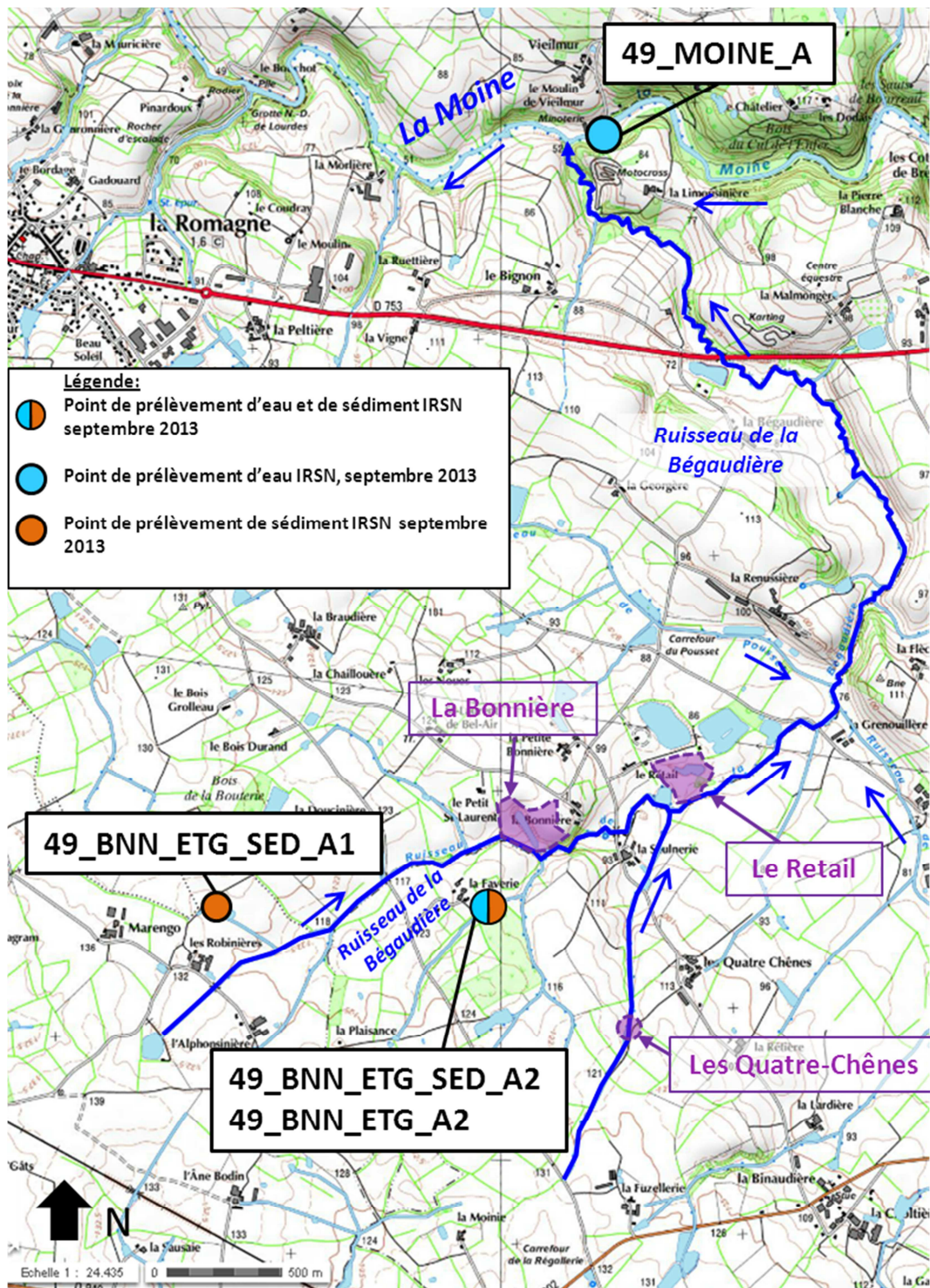


Figure 13 : Localisation des points de prélèvements d'eau et de sédiment réalisés par l'IRSN en amont des sites miniers du Maine et Loire), en violet l'emprise du site (sur fonds Géoportail IGN © [4])

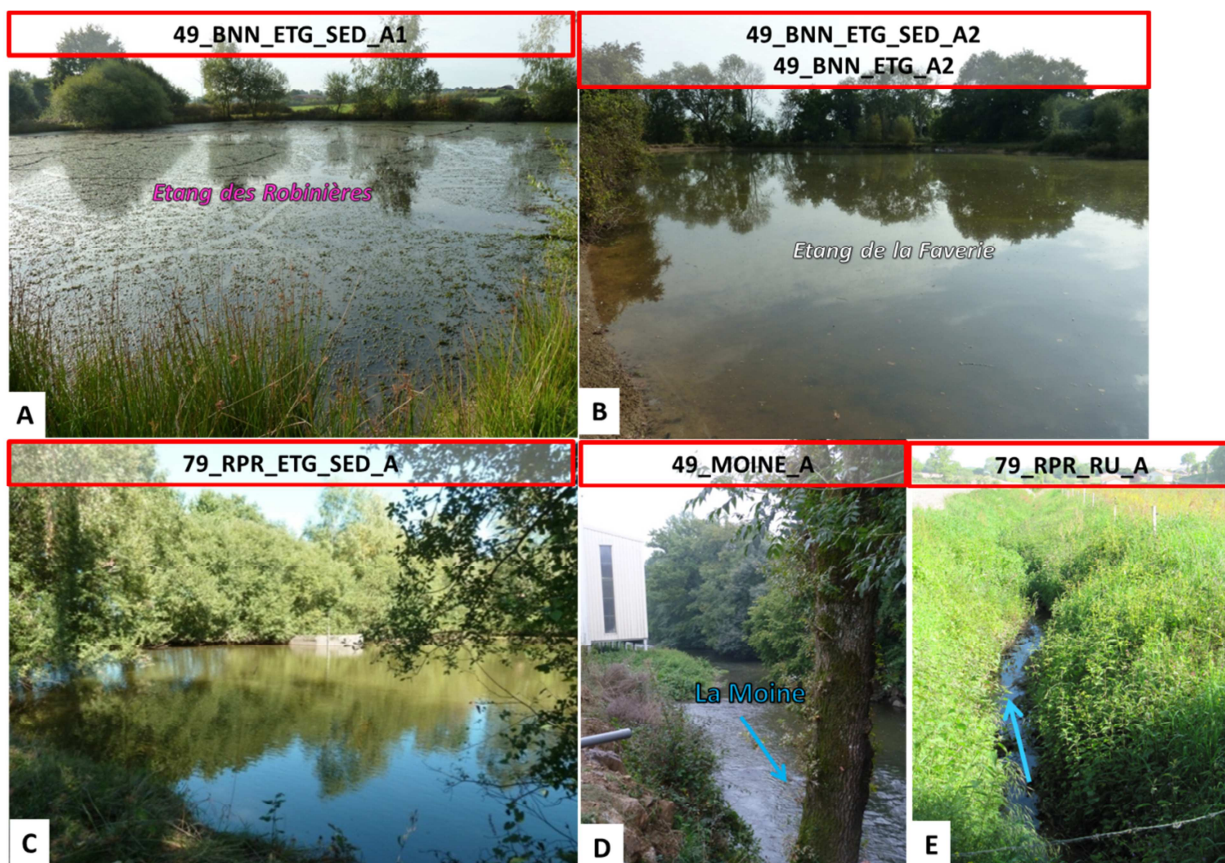


Figure 14 : Photographies des points de prélèvements, A- Etang des Robinières (échantillon 49_BNN_ETG_SED_A1), B- Etang de la Faverie (échantillons 49_BNN_ETG_SED_A2 et 49_BNN_ETG_A2), C- Etang en amont du site de La Roche Pied Rôti (échantillon 79_RPR_ETG_SED_A), D- La Moine avant la confluence avec le ruisseau de la Bégaudière (échantillon 49_MOINE_A) et E- Ru récepteur de la surverse de la MCO de La Roche Pied Rôti en amont du site (échantillon 79_RPR_RU_A)

2 DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES ET RADIOLOGIQUES DES ECHANTILLONS

Les caractéristiques physico-chimiques des eaux, mesurées *in situ* aux points de prélèvements d'eau et de sédiment, sont présentées dans le Tableau 6. Les résultats des analyses radiologiques (uranium et radium 226) sur la fraction totale des trois échantillons d'eaux sont présentés dans le Tableau 7.

Tableau 6 : Synthèse des résultats de mesures *in situ* réalisées au niveau des points de prélèvements d'eau et de sédiment hors influence minière dans les départements du Maine et Loire et des Deux Sèvres

Nom de l'échantillon	Caractéristiques	X [Lambert 93]	Y [Lambert 93]	Date du prélèvement	Radiamétrie [nSv/h]	pH	T [°C]	C [µS/cm]	Alc [mg/L]	Turbidité [ppm]
49_BNN_ETG_SED_A1	Sédiments de l'étang des Robinières	395577,2	6667173,3	25/09/2013	150	7,1	15,63	143	65	150
49_BNN_ETG_SED_A2	Sédiments de l'étang de la Faverie	396763,4	6667079,2	25/09/2013	160	7,2	19,04	94	35	28
79_RPR_ETG_SED_A	Sédiments de l'étang situé en amont du site de la Roche Pied Roti	409588	6655146	23/09/13	nm	7,1	18,0	164	75	31
49_MOINE_A	La Moine en amont total des sites du Maine et Loire	397390	6670451	26/09/2013	nm	7,40	18,27	202	70	40
49_BNN_ETG_A2	Eau de l'étang de la Faverie	396763,4	6667079,2	25/09/2013	160	7,2	19,04	94	35	28
79_RPR_RU_A	Eu du ru récepteur de la surverse, en amont de la MCO de la Roche Pied Rôti	409600	6655203	16/05/2014	Nm	7,3	14,3	145	65	35

Avec : T = température, C = Conductivité, Alc = Alcalinité, nm = non mesuré
En bleu : les prélèvements d'eau, en marron : les prélèvements de sédiment

Tableau 7 : Résultats des analyses radiologiques (uranium et radium 226), effectuées par l'IRSN, sur la fraction totale des eaux prélevées hors influence minière dans les départements du Maine et Loire et des Deux Sèvres

Nom de l'échantillon	Concentration en uranium [µg.L ⁻¹]	Activité en ²²⁶ Ra [mBq.L ⁻¹]
49_MOINE_A	<1	<13
49_BNN_ETG_A2	<1	<17
79_RPR_RU_A	1,7 ± 0,2	<17

En conclusion, les valeurs de référence dans l'eau sont pour l'uranium U < 1µg.L⁻¹, pour le radium 226 quelques milibecquerel par litre, un pH neutre et des valeurs de conductivité comprises entre 100 et 200 µS.cm⁻¹.

Les résultats de l'analyse de la composition radiologique par spectrométrie gamma des sédiments 49_BNN_ETG_SED_A1, 49_BNN_ETG_SED_A2 et 79_RPR_ETG_SED_A sont présentés au Tableau 8.

Tableau 8 : Résultats des analyses par spectrométrie gamma, réalisées par l'IRSN, sur les sédiments prélevés hors influence minière dans les départements du Maine et Loire et des Deux Sèvres

Nom de l'échantillon	Activité [Bq.(kg m.s.) ⁻¹]						
	^{234m} Pa	²¹⁴ Pb	²¹⁴ Bi	²¹⁰ Pb	²³⁵ U	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs
49_BNN_ETG_SED_A1	<800 (²³⁴ Th : 300 ± 130)	404 ± 38	414 ± 49	1040 ± 110	< 50	810 ± 100	< 7
49_BNN_ETG_SED_A2	270 ± 90	213 ± 19	203 ± 18	255 ± 27	< 14	900 ± 80	1,4 ± 0,7
49_RPR_ETG_SED_A	140 ± 60	128 ± 12	127 ± 12	131 ± 15	< 10	940 ± 80	< 1

Avec : m.s. = masse sèche

L'activité massique de ^{238}U peut être assimilée à celle de $^{234\text{m}}\text{Pa}$. Celle du ^{226}Ra peut être assimilée à l'activité massique de ^{214}Pb . Les activités massiques de l' ^{238}U et ^{226}Ra des ces échantillons sont comprises entre 140 ± 60 et $300 \pm 130 \text{ Bq.kg m.s.}^{-1}$ pour l' ^{238}U et 128 ± 12 et $414 \pm 49 \text{ Bq.kg m.s.}^{-1}$ pour l' ^{226}Ra .

Les valeurs mesurées dans ces échantillons d'eaux et de sédiments sont cohérentes avec celles retenues pour le bruit de fond naturel [7 à 15].

**Annexe 3 : Fiche d'observations de terrain, de mesures
radiométriques et d'analyses des prélèvements effectués sur les
anciens sites miniers des Deux Sèvres : Site de La Roche Pied Rôti**

Site de La Roche Pied Rôti

Région	Poitou-Charentes	Autres sites sur la commune	La Chapelle Largeau, La Commanderie
Département	Deux Sèvres (79)		
Commune	Communauté de commune de Mauléon		
Cadastre	Commune de Mauléon, section AP, parcelles 4, 6, 7, 24, 26, 27, 142, 144, 145, 146, 206, 209, 221, 222, 223, 245 et 246		
Propriété	Privée		
Surface du site	9 ha 25 a		

Source principale : BE d'AREVA Mines [2]

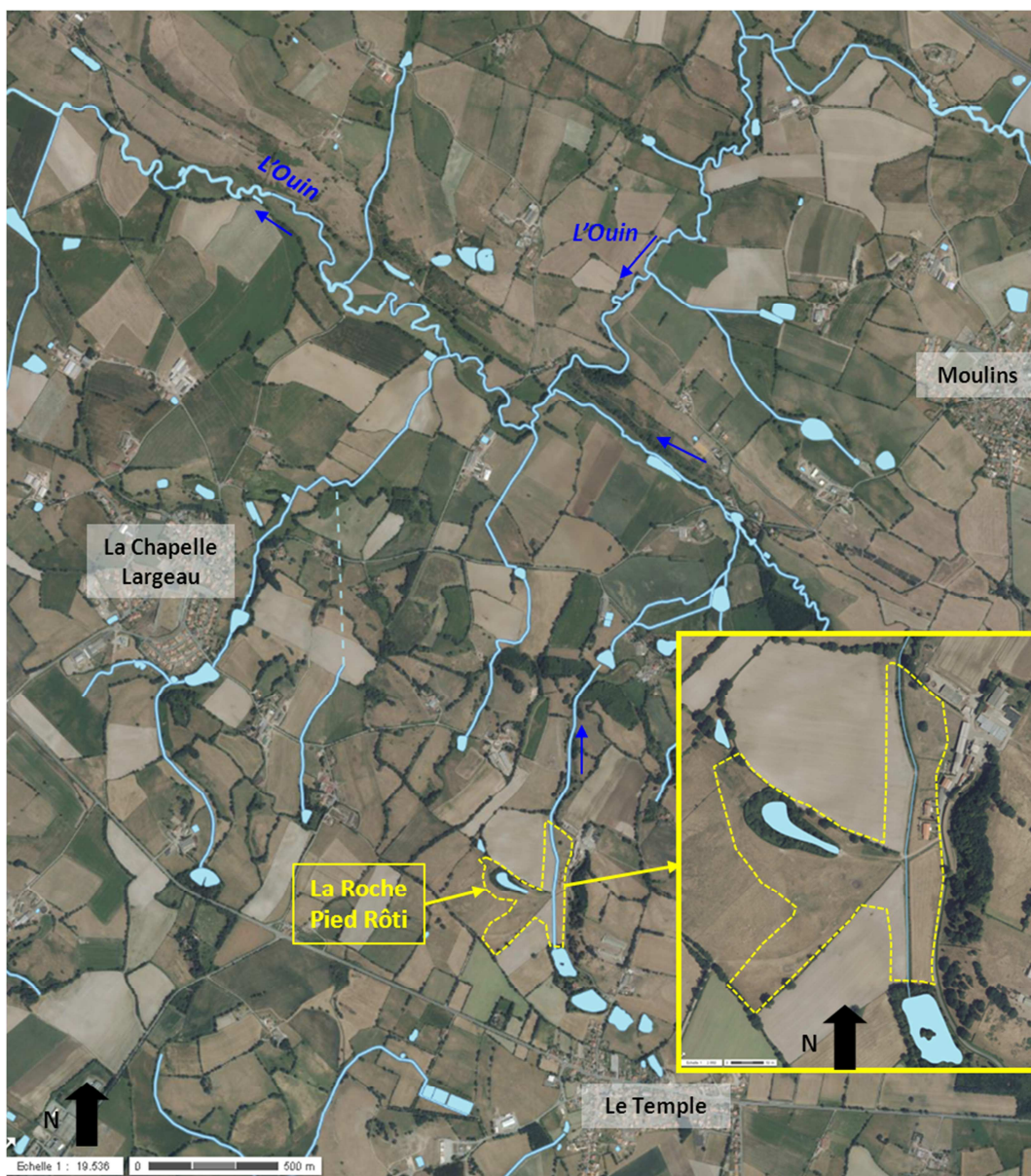


Figure 15 : Vue aérienne du site de La Roche Pied Rôti (sur fond Géoportail IGN © [4])

1 NATURE DES TRAVAUX MINIERS ET REAMENAGEMENTS

Type de travaux	<u>Mine à ciel ouvert (MCO)</u> : Les travaux miniers comprenaient l'exploitation d'une fosse de 27 m de profondeur exploitée par tranches de trois à cinq mètres et par gradins de 10 mètres.
Période d'exploitation	Juin 1982 à janvier 1983
Production d'uranium [tonne]	17
Lieu de traitement du minerai	Usine de l'Ecarpière
Réaménagements réalisés	<p>- <u>MCO</u> : Elle a été conservée en l'état afin d'être utilisée comme réserve d'eau.</p> <p>- <u>Secteur « verse à stériles »</u> : Les stériles ont été utilisés afin de combler une zone marécageuse située à proximité de la MCO, en la rehaussant sur une hauteur de 1 m. L'ensemble a été recouvert d'une couche de terre végétale.</p> <p>(cf. Figure 16)</p>
Fin des réaménagements	1983
Servitudes	/
Autres	<p>Présence d'une surverse non canalisée qui permet d'amener le trop-plein de la MCO vers le ruisseau qui s'écoule à l'Est du site.</p> <p>Existence de deux pavillons construits sur la verse à stériles (parcelle 221 et 222).</p>

Source principale : BE d'AREVA Mines [2]

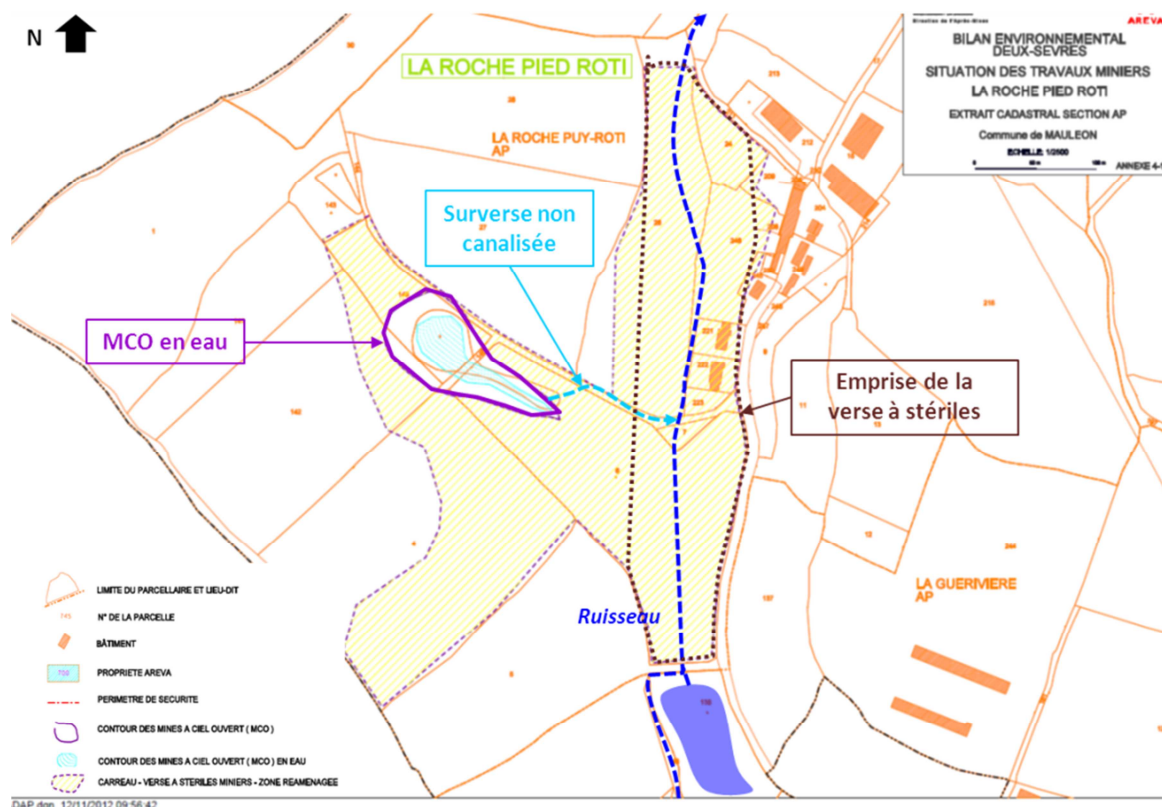


Figure 16 : Situation des travaux miniers sur fonds cadastral pour le site de La Roche Pied Rôti (source BE d'AREVA Mines [2])

2 LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DU SITE ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE SURFACE

Le site de la Roche Pied Rôti est localisé à 1,1 km au Sud-Est de la Chapelle Largeau (cf. Figure 15 et Figure 17), commune qui appartient à la communauté de communes de Mauléon. Le site se situe dans le bassin versant de l'Ouin (cf. Figure 17). Un ruisseau, qui prend sa source en amont du site au niveau des étangs situés au Sud du lieu-dit la Guérivière, s'écoule à l'Est de la MCO (Figure 17) et se jette dans un affluent de l'Ouin.

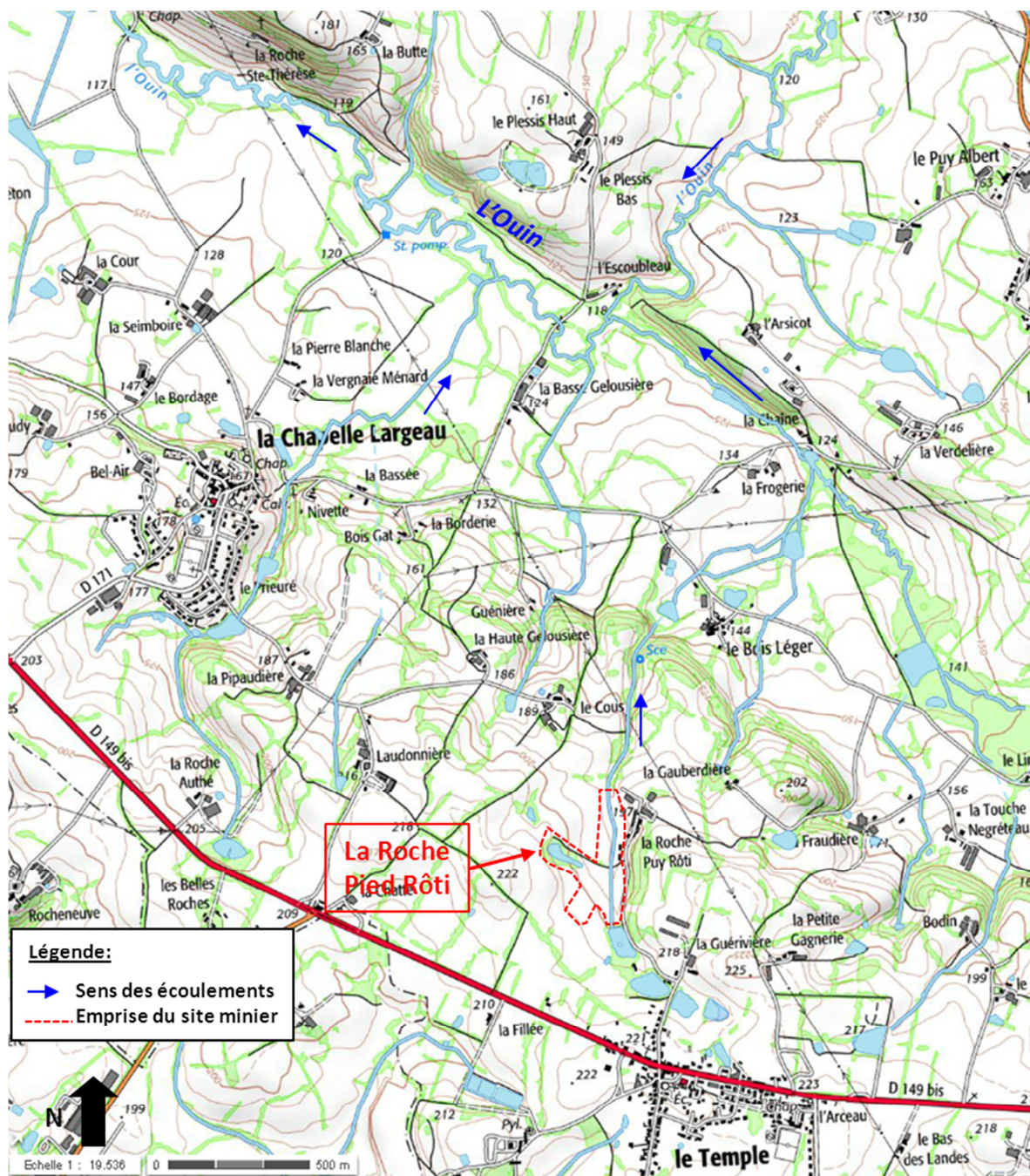


Figure 17 : Réseau hydrographique de surface à proximité de l'ancien site minier de La Roche Pied Rôti (sur fonds Géoportail IGN© [4])

3 OBSERVATIONS DE TERRAIN

Date de la visite et contexte	
23 septembre 2013 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, prélever un échantillon d'eau dans la MCO.	
Champs proche : Prélever un échantillon d'eau dans le ru récepteur de la surverse de la MCO en amont de celle-ci et un échantillon de sédiment dans l'étang en amont du site	
Personnes présentes	
/	
Ouvrages visibles ou localisés	Coordonnées GPS (Lambert 93)
Mine à ciel ouvert en eau	X = 409412 ; Y = 6655436

3.1 OBSERVATIONS DE LA SITUATION ET DES USAGES ACTUELS DU SITE

L'ensemble des terrains se situe sur des parcelles privées (cf. Figure 16). La MCO est clôturée et entourée de végétation (cf. Figure 18). L'eau de la MCO est utilisée pour irriguer les champs de maïs par le propriétaire. Les parcelles situées dans la moitié Sud du site (parcelles n°142, 4, 6) sont utilisées en tant que pâturages pour les vaches par le propriétaire.

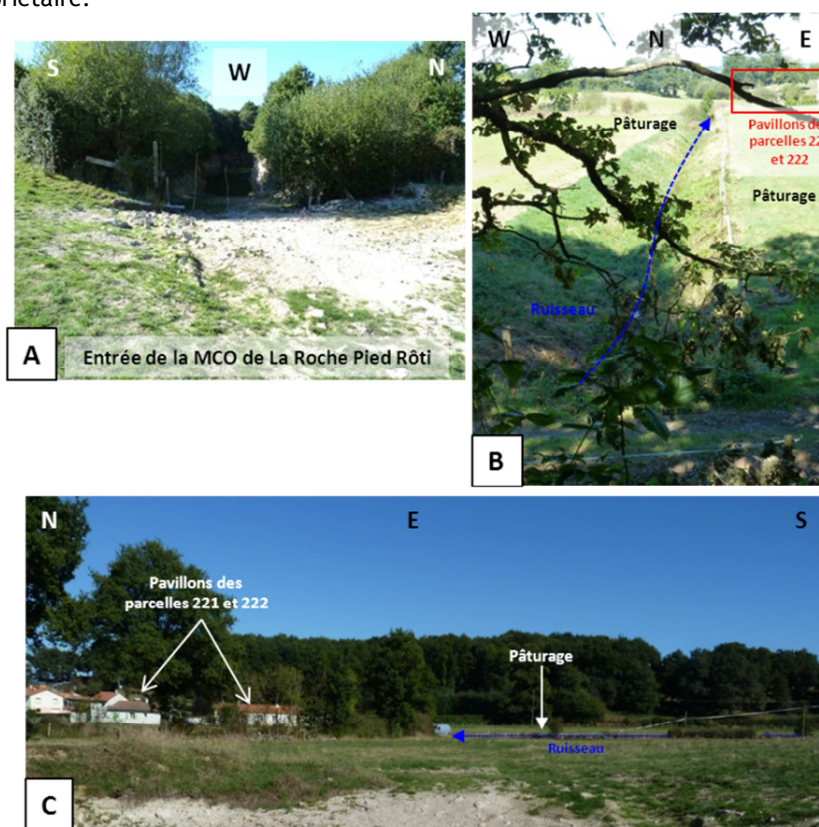


Figure 18 : A- Entrée clôturée à l'Est de la mine à ciel ouvert, B- Ruisseau qui s'écoule à l'Est de la MCO, C- Vue plein Est sur les pavillons construits sur la verse à stériles (parcelles 221 et 222)

3.2 OBSERVATIONS CONCERNANT LA SITUATION RADIOLOGIQUE

3.2.1 MESURES RADIAMÉTRIQUES DE SURFACE

Données AREVA Mines

Des mesures radiamétriques ont été réalisées par AREVA Mines en 2012 autour de la MCO, au niveau de l'emprise de la verse à stériles et autour des pavillons (cf. Tableau 9). Les valeurs mesurées sont de l'ordre d'une à deux fois le bruit de fond naturel [2].

Tableau 9 : Résultats des mesures radiamétriques effectuées par AREVA Mines en 2012 sur le site de La Roche Pied Rôti [2]

Secteur	Débit d'équivalent de dose gamma [nSv.h ⁻¹]
Milieu naturel	150
Autour de la MCO	180-280
Verse à stériles	150-310
Reste du site (autour des pavillons)	150-280

Contrôles IRSN

Des mesures de débits de dose ont été effectuées par l'IRSN, à environ 50 cm au-dessus du sol, au niveau du terrain derrière les pavillons, sur le chemin menant à la MCO et au niveau de la MCO (cf. Figure 19).

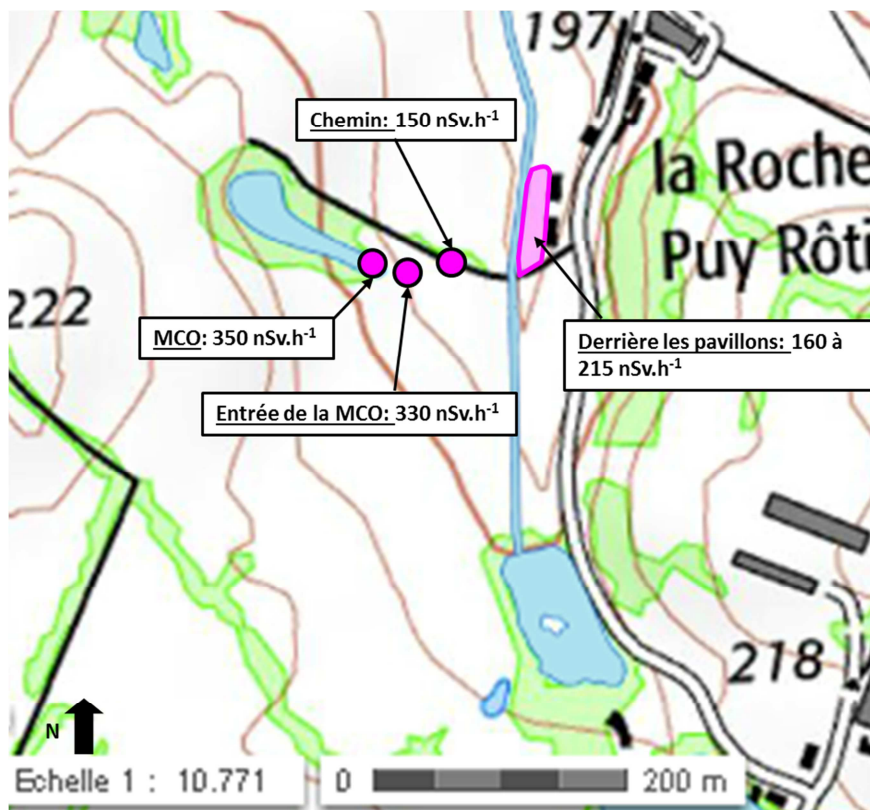


Figure 19 : Localisation et résultats des mesures radiamétriques réalisées par l'IRSN sur le site de La Roche Pied Rôti (sur fonds Géoportail IGN© [4])

Les mesures révèlent des valeurs égales à une à deux fois le bruit de fond naturel égal à 150 nSv.h^{-1} (cf. Figure 19). Ces résultats sont cohérents avec ceux donnés par AREVA Mines (cf. Tableau 9).

3.2.2 ANALYSES DES EAUX SOUS INFLUENCE POTENTIELLE DU SITE

Données AREVA Mines

Un échantillon d'eau de la MCO est annuellement prélevé, depuis 2006, par AREVA Mines pour être analysé (échantillon RPR O indiqué sur la Figure 20). Au cours de la campagne de mesures de 2012, AREVA Mines a procédé à un prélèvement d'eau, en aval du site, dans le ruisseau qui récupère les eaux de la surverse en cas de débordement de la MCO (échantillon RPR RUB indiqué sur la Figure 20).

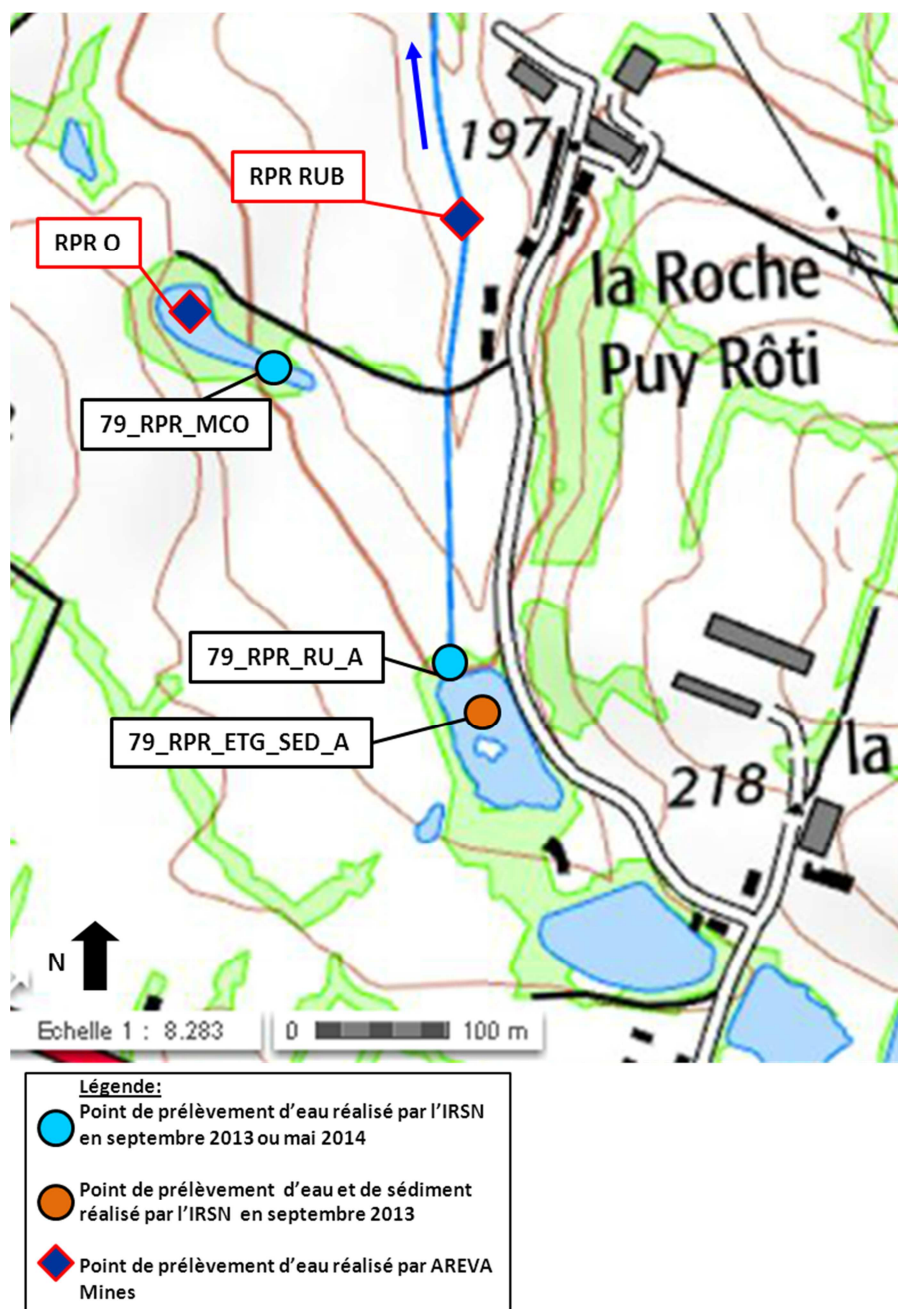


Figure 20 : Localisation des points de prélèvements d'eau et de sédiment réalisés par l'IRSN et AREVA Mines [2] sur le site de La Roche Pied Rôti et en champs proche (sur fonds Géoportail IGN© [4])

Les résultats des mesures de pH et des analyses radiologiques (^{238}U et ^{226}Ra sur la fraction dissoute) de ces échantillons sont présentés dans le Tableau 10.

Tableau 10 : Résultats des mesures de pH et des analyses radiologiques (uranium 238 dissous et radium 226 dissous) effectuées par AREVA Mines pour le site de La Roche Pied Rôti [2]

Nom de l'échantillon	Commentaires	pH	^{238}U dissous [$\mu\text{g.L}^{-1}$]	^{226}Ra dissous [mBq.L^{-1}]
RPR RUB	Eau du ruisseau récepteur de la surverse, en aval de la MCO de la Roche Pied Roti (2012)	7,1	2,7	60
RPR O	Eau de la MCO (moyenne des données 2006-2011)	8,1	7	<40

Les eaux de la MCO présentent, pour la période [2006-2011], une teneur moyenne en uranium 238 de $7 \mu\text{g.L}^{-1}$ et une activité moyenne en radium 226 inférieure à 40mBq.L^{-1} . Le ruisseau situé en aval du site ne présente pas de marquage significatif avec, pour l'année 2012, une teneur en uranium 238 de $2,7 \mu\text{g.L}^{-1}$ et une activité en radium 226 égale à 60mBq.L^{-1} .

Contrôles IRSN

L'IRSN a effectué des prélèvements d'eau :

- au niveau de la MCO de La Roche Pied Rôti (échantillon 79_RPR_MCO ; cf. Figure 20 et Figure 21) ;
- dans le ru récepteur de la surverse de la MCO, en amont de celle-ci (échantillon 79_RPR_RUA ; cf. Figure 12 en annexe 2).



Figure 21 : Mine à ciel ouvert du site de La Roche Pied Rôti (point de prélèvement de l'échantillon 79_RPR_MCO)

Les résultats des mesures physico-chimiques *in situ* et des analyses radiologiques effectuées sur site sont présentés dans le Tableau 11 pour l'échantillon 79_RPR_MCO et dans les Tableaux 6 et 7 de l'annexe 2 pour l'échantillon 79_RPR_RUA (avec ceux des autres échantillons prélevés hors influence minière).

Tableau 11 : Résultats des mesures de pH et de conductivité et des analyses radiologiques (uranium et radium 226), effectuées par l'IRSN, respectivement sur les fractions dissous et totale des eaux prélevées dans la MCO du site de La Roche Pied Rôti

Nom de l'échantillon	pH	Conductivité [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	U dissous [$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$]	²²⁶ Ra total [mBq.L ⁻¹]
79_RPR_MCO	7,4	96	6,5 ± 0,6	65 ± 19

L'eau de la MCO présente une concentration en uranium et une activité en radium 226 cohérentes avec celles présentées par AREVA Mines (cf. Tableau 10 et Tableau 11). L'échantillon prélevé en amont du site (échantillon 79_RPR_RU_A ; Figure 20) est présenté en Annexe 2.

3.2.3 ANALYSES DES SEDIMENTS DANS LES COURS D'EAU OU PLANS D'EAU POTENTIELLEMENT SOUS INFLUENCE DU SITE

Données AREVA Mines

Au cours de la campagne de mesures de 2012, AREVA Mines n'a pas procédé à des prélèvements de sédiment dans l'environnement du site.

Contrôles IRSN

L'IRSN n'a pas procédé à des prélèvements de sédiment en aval du site de la Roche Pied Rôti.

**Annexe 4 : Fiche d'observations de terrain, de mesures
radiométriques et d'analyses des prélèvements effectués sur les
anciens sites miniers des Deux Sèvres : Site de La Chapelle Largeau**

Site de La Chapelle Largeau

Région	Poitou-Charentes		
Département	Deux Sèvres (79)		
Commune	Communauté de commune de Mauléon		
Cadastre	Commune de Mauléon : - section AE, parcelles 341 et Place du Prieuré ; - section AV, parcelles 33 à 35, 45, 46, 67, 68, 72, 87, 88, 90 à 101, 108, 110 à 112, 132 à 137, 140, 142, 144, 146, 147, 149, 158, 160, 161, 170 à 174, 181 à 183, 198, 199, 221, 222 et 232 ; - section AS, parcelles 12, 13, 25, 26, 99 à 103, 106, 112, 121 et 123 ; - section AR, parcelles 139 à 143, 193 à 215, 237, 254, 255 et 275 ; (cf. Figure 23).		
Propriété	Privée		
Surface du site	6 ha 77 a 24 ca		

Autres sites
sur
la
commune

La Roche Pied Rôti,
La Commanderie

Source principale : BE d'AREVA Mines [2]

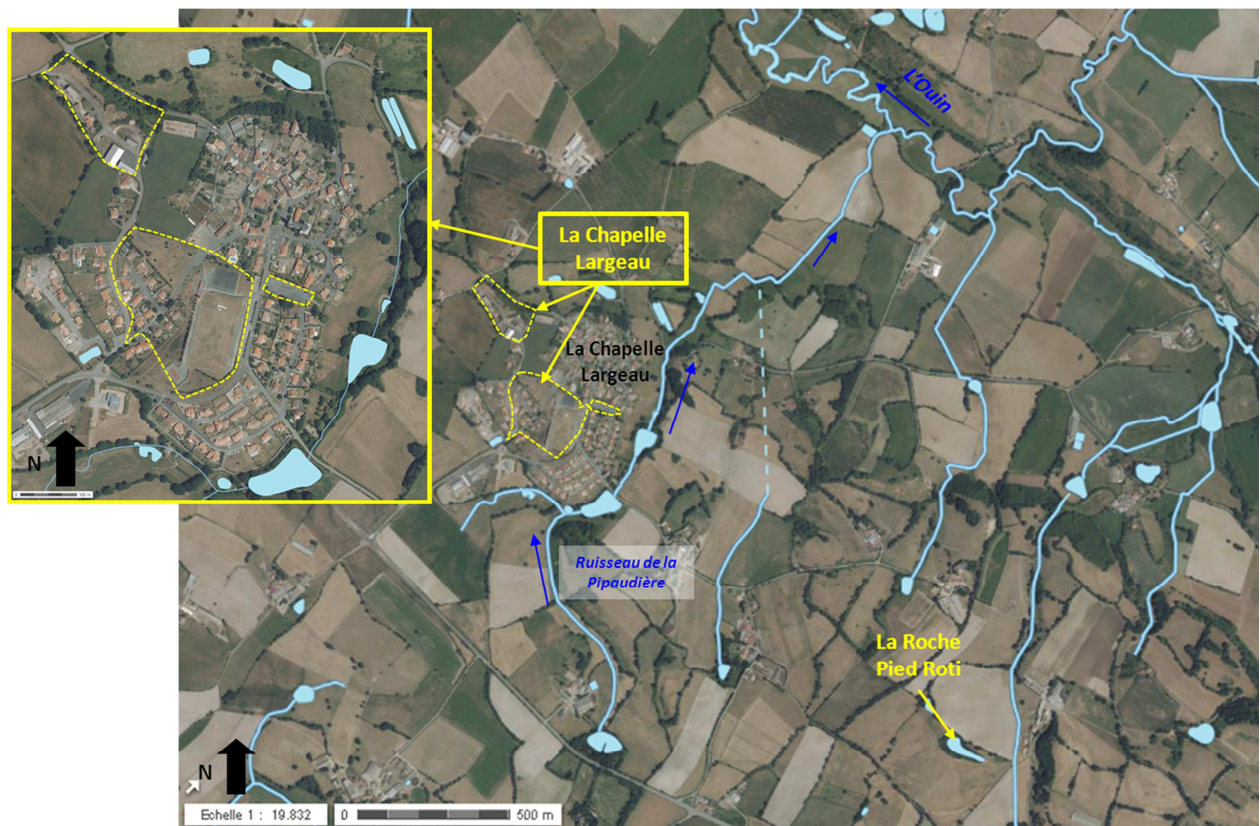


Figure 22 : Vue aérienne du site de La Chapelle Largeau (sur fond Géoportail IGN© [4])

1 NATURE DES TRAVAUX MINIERS ET REAMENAGEMENTS

Type de travaux	<p><u>Mine à ciel ouvert (MCO)</u> : Les travaux miniers comprenaient l'exploitation d'une fosse de 17 m de profondeur exploitée par tranches de trois à cinq mètres et par gradins de 10 mètres.</p> <p><u>Travaux miniers souterrains (TMS)</u> : Ils comprenaient un puits, six montages (M104, M106, M150, M156, M158, M260) et un réseau de galeries réparti sur 5 niveaux (N-40, N-80, N-125, N-170 et N-210). Différentes méthodes d'exploitation ont été utilisées : méthode par chambre magasin (1957), méthodes des chambres vides et sous niveaux (1960), tranches montantes remblayées (1966), lixiviation <i>in situ</i> de produits abattus, au fond, par injection d'eau acidifiée (essai) (1967-1970).</p>
Période d'exploitation	1953 à 1970
Production d'uranium [tonne]	663
Lieu de traitement du minerai	Usine de l'Ecarpière
Réaménagements réalisés	<ul style="list-style-type: none"> - <u>MCO</u> : Elle a été entièrement comblée avec des produits ménagers et des déchets d'équipements électriques et électroniques avant la mise en place d'une couverture. Les installations de surface ont été démantelées. Des terrains de sport (foot et basket) ont été installés à l'aplomb de l'ancienne MCO. - <u>TMS</u> : Le puits et les ouvrages débouchant au jour ont été remblayés et obturés. Les travaux exploités par tranche montante remblayée ont été comblés avec des produits provenant de l'exploitation de la mine d'or de la Bellière à Saint Pierre Montlimart (50 000 tonnes). Des sables cyclonés (55 000 tonnes) provenant de l'Ecarpière ont également servi à remblayer une partie des TMS. Les vides miniers mis en évidence au niveau de la parcelle 341 ont été comblés par injection de granulats en 2009. - <u>Secteur « verse à stériles » et carreau minier</u> : La verse à stériles a été débroussaillée, clôturée et réaménagée par la Mairie. L'ancien carreau minier a été réaménagé ; les bâtiments ont été conservés et sont utilisés par une entreprise. <p>(cf. Figure 23)</p>
Fin des réaménagements	2012
Servitudes	/
Autres	<p>L'exutoire des eaux des TMS se situe au montage M260 à la cote 253 NGF.</p> <p>Un plan de surveillance a été mis en place et des analyses complémentaires ont été réalisées suite à la demande de la DRIRE le 09/06/2009.</p>

Source principale : BE d'AREVA Mines [2]

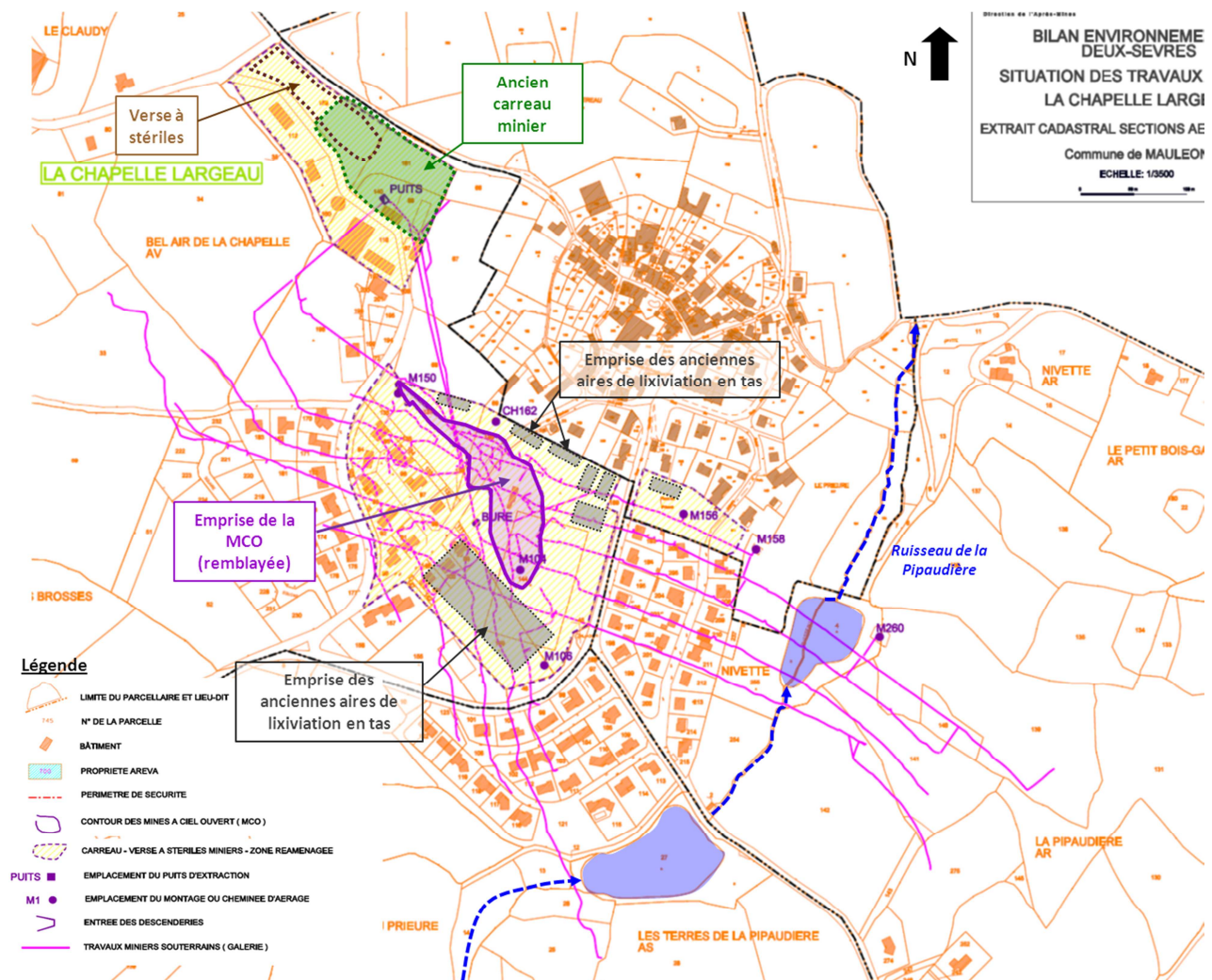


Figure 23 : Situation des travaux miniers sur fonds cadastral pour le site de La Chapelle Largeau (source : BE d'AREVA Mines [2])

2 LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DU SITE ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE SURFACE

Le site de la Chapelle Largeau se situe sur de la commune de la Chapelle Largeau (cf. Figure 22 et Figure 23), commune qui appartient à la communauté de communes de Mauléon. Le site se situe dans le bassin versant de l'Ouin (cf. Figure 24). Le ruisseau de la Pipaudière prend sa source au niveau de l'étang de la Roche Authé au Sud du site, s'écoule à l'Est du site en alimentant successivement deux étangs puis se jette dans l'Ouin (cf. Figure 24).

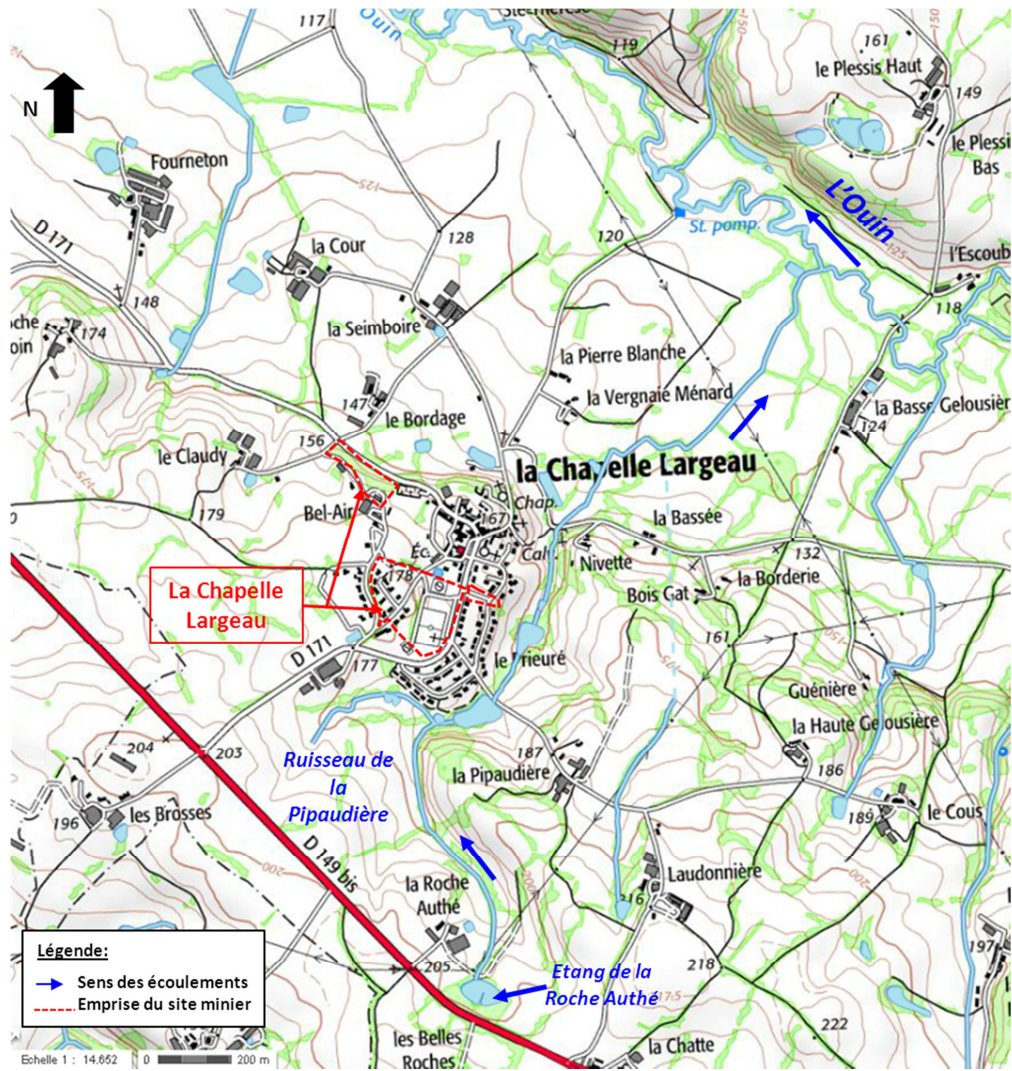


Figure 24 : Réseau hydrographique de surface à proximité de l'ancien site minier de La Chapelle Largeau (sur fonds Géoportail IGN © [4])

3 OBSERVATIONS DE TERRAIN

Date de la visite et contexte	
24 septembre 2013 dans le cadre des contrôles de second niveau du programme MIMAUSA	
Objectifs de la visite	
Sur site : Effectuer des mesures radiométriques, préciser les usages et accéder à la zone de la verse à stériles.	
Champs proche : Prélever des échantillons d'eaux et de sédiments, faire des analyses physico-chimiques dans les étangs du ruisseau de la Pipaudière en amont et en aval du site.	
Personnes présentes	
Le représentant de la DREAL Poitou-Charentes	
Ouvrages visibles ou localisés	Coordonnées GPS (Lambert 93)
Verse à stériles	X = 407946 ; Y = 6657046

3.1 OBSERVATIONS DE LA SITUATION ET DES USAGES ACTUELS DU SITE

La verse à stériles se situe sur des terrains communaux, elle a été remodelée et un bassin d'orage a été créé au pied de la verse afin de récupérer les eaux de pluie du lotissement situé au sud de la verse (cf. Figure 25). Un troupeau de chèvres est autorisé à pâturer sur la zone. L'ensemble est clôturé et n'a pas d'usage.



Figure 25 : Verse à stériles réaménagée du site de La Chapelle Largeau

Le montage M260 se situe à l'Est du site, sur une propriété privée, à une vingtaine de mètres d'un étang de loisirs alimenté par le ruisseau de la Pipaudière (cf. Figure 23). Cet étang reçoit les eaux d'exhaure du montage M260 via un petit ru, non canalisé, de faible débit (cf. Figure 26). Le montage est caché sous une végétation dense, dans une zone clôturée. La zone est humide et les sédiments autour sont jaunes/orangés.



Figure 26 : Photographies de l'étang récepteur des eaux d'exhaure du montage M260 (à gauche) et du montage M260 (à droite)

A l'aval de l'étang récepteur des eaux d'exhaure du montage M260, le ruisseau de la Pipaudière traverse des pâturages (cf. Figure 27) et il alimente un petit étang. Les terrains concernés sont privés et clôturés.

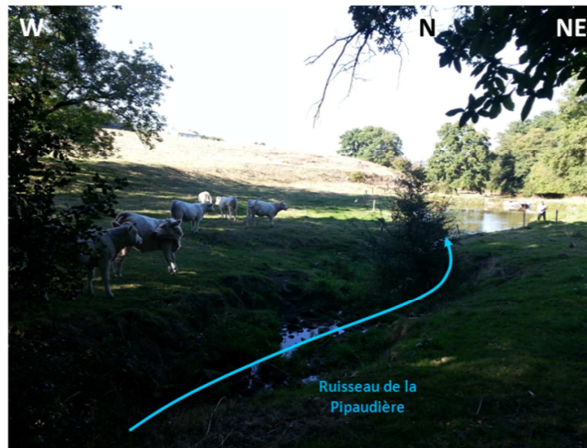


Figure 27 : Ruisseau de la Pipaudière en aval direct de l'étang récepteur des eaux d'exhaure du montage M260

3.2 OBSERVATIONS CONCERNANT LA SITUATION RADIOLOGIQUE

3.2.1 MESURES RADIOMETRIQUES DE SURFACE

Données AREVA Mines

Des mesures radiométriques ont été réalisées par AREVA Mines en 2012 sur le site de la Chapelle Largeau [2]. Areva Mines a procédé à des mesures au niveau de l'emprise de l'ancienne MCO, au niveau de la place du Prieuré, de la verse à stériles et autour de l'ancien carreau minier (Tableau 12). Des valeurs supérieures à trois fois le bruit de fond autour du stade de football, au niveau de la verse à stériles et autour de l'ancien carreau minier ont été mesurées.

Tableau 12 : Résultats des mesures radiométriques effectuées par AREVA Mines en 2012 sur le site de La Chapelle Largeau [2]

Secteur	Débit d'équivalent de dose gamma [nSv.h ⁻¹]
Milieu naturel	140
Ancienne mine à ciel ouvert (terrain de football)	140-380
Zone en bordure du stade de football, 10 m à l'Ouest du calvaire, sur 50 m ² environ)	240-620 (ponctuellement 1760)
Place du Prieuré	180-320
Verse à stériles	380-1850
Autour de l'ancien carreau minier	230-980

Contrôles IRSN

Des mesures de débits de dose ont été effectuées par l'IRSN, à environ 50 cm au-dessus du sol, dans l'environnement naturel autour du site, au niveau de la route passant au Nord de la verse à stériles (cf. Figure 28), au niveau du montage M260 et autour de l'étang récepteur des eaux d'exhaure de celui-ci.

Le bruit de fond naturel mesuré est de l'ordre de 150 - 170 nSv.h⁻¹.

Pour ce qui concerne la route passant au Nord de la verse (cf. Figure 28), l'entrée clôturée présente des valeurs comprises entre 500 et 700 nSv.h⁻¹ et une zone de 50 m² environ présente des valeurs comprises entre 1100 et 2600 nSv.h⁻¹ (au niveau du bassin d'orage). Au niveau d'une buse située de l'autre côté de la route, les valeurs mesurées sont de l'ordre de 800 nSv.h⁻¹.

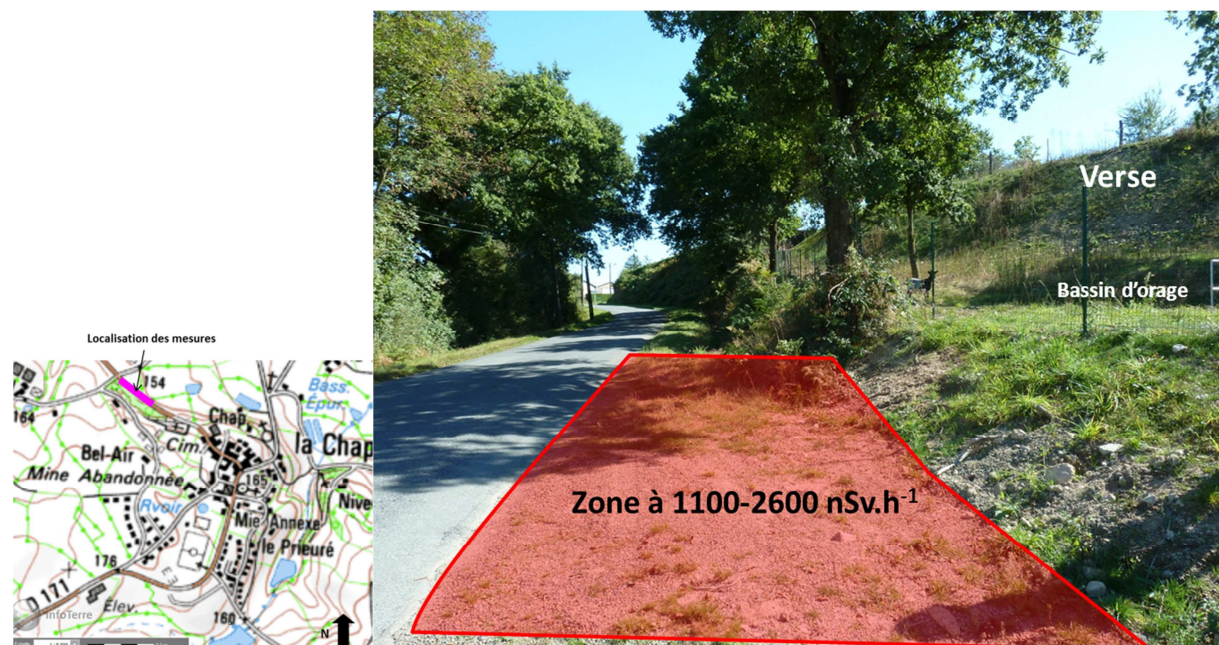


Figure 28 : Localisation et résultats des mesures radiométriques réalisées par l'IRSN sur le site de La Chapelle Largeau au pied de la verse à stériles (sur fonds Géoportail IGN © [4])

Autour de l'étang récepteur des eaux d'exhaure du montage M260, la valeur mesurée est de 150 nSv.h⁻¹, c'est-à-dire la valeur du bruit de fond naturel. Au niveau du montage M260, une valeur de 540 nSv.h⁻¹ a été relevée.

3.2.2 ANALYSES DES EAUX SOUS INFLUENCE POTENTIELLE DU SITE

Données AREVA Mines

Dans le cadre de la surveillance réglementaire du site, AREVA Mines procède à quatre prélèvements d'eau (cf. Figure 29) :

- un prélèvement dans le ruisseau de la Pipaudière en amont du plan d'eau (échantillon CHLPIPAUD) ;
- un prélèvement dans l'étang récepteur des eaux d'exhaure du montage M260 (échantillon CHLMARM 260) ;
- deux prélèvements dans le ruisseau de la Pipaudière en aval du montage M260 :
 - aval proche (échantillon CHLREG B) ;
 - aval éloigné (échantillon RUNIVETTE).

Aucune mesure n'a été réalisée au niveau du montage M260.

Les résultats des mesures physico-chimiques (pH, conductivité), des analyses radiologiques (²³⁸U et ²²⁶Ra sur les fractions dissoute et particulaire) et des mesures d'arsenic sur ces échantillons sont présentés dans le Tableau 13.

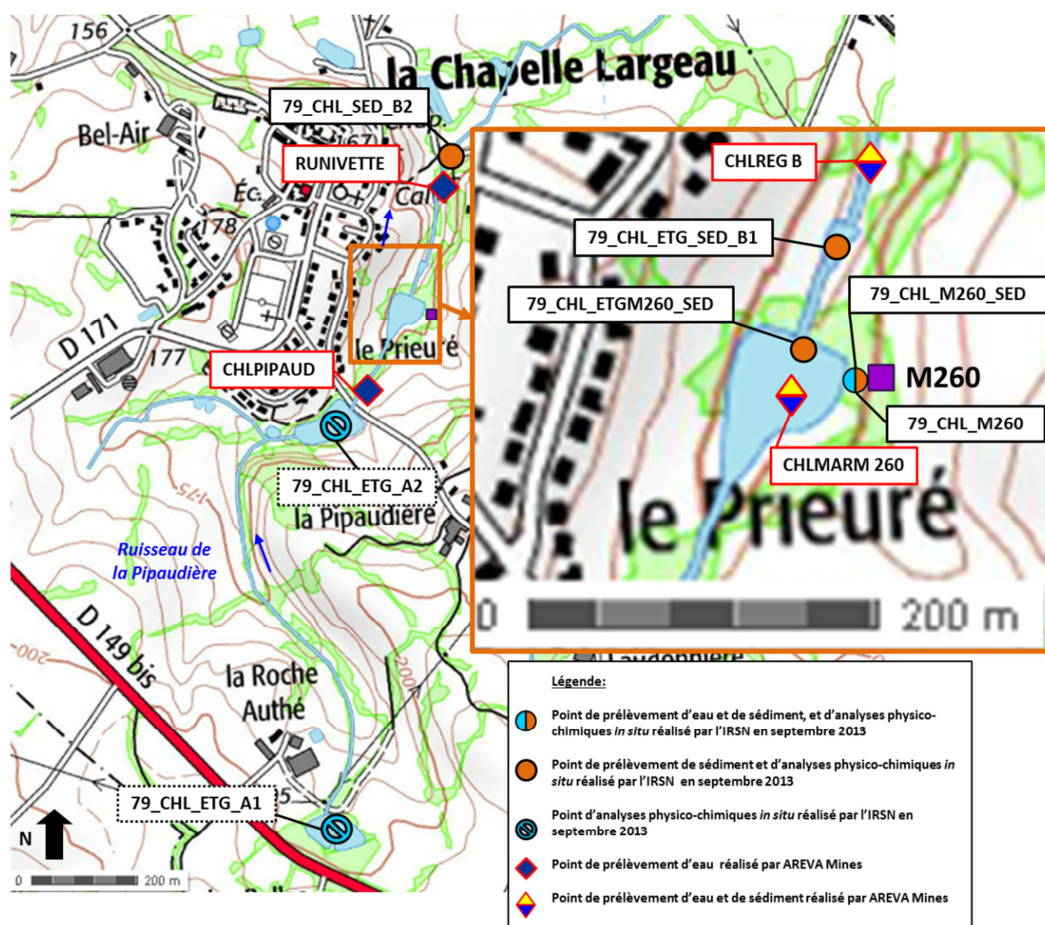


Figure 29 : Localisation des points de prélèvements d'eau et de sédiment réalisés par l'IRSN dans le cadre du contrôle de second niveau et AREVA Mines [2] dans le cadre de la surveillance réglementaire sur le site de La Chapelle Largeau et en champs proche (sur fonds Géoportail IGN © [4])

Tableau 13 : Résultats des mesures de pH et de conductivité, et des analyses d'arsenic et radiologiques effectuées par AREVA Mines pour le site de La Chapelle Largeau (moyenne des données 2009-2011) [2]

Nom de l'échantillon	Commentaires	pH	Conductivité [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	U dissous [$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$]	U particulaire [$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$]	^{226}Ra dissous [$\text{mBq}\cdot\text{L}^{-1}$]	^{226}Ra particulaire [$\text{mBq}\cdot\text{L}^{-1}$]	Arsenic total [$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$]
CHLPIPAUD	Ruisseau de la Pipaudière en amont de l'étang récepteur des eaux d'exhaure du montage M260	6,9	228	<3	<1,1	<40	<30	<0,032
CHLMARM 260	Etang récepteur des eaux d'exhaure du montage M260 - en surface	7,1	338	<2 (^{238}U)	<1 (^{238}U)	70	40	<0,08
CHLMARM 260	Etang récepteur des eaux d'exhaure du montage M260 - à 0,50 m de profondeur	6,6	471	2 (^{238}U)	<2 (^{238}U)	170	140	1,19
CHLREG B	Ruisseau de la Pipaudière à l'aval proche de l'étang récepteur des eaux d'exhaure du montage M260	6,8	369	<4	0,7	123	230	<0,128
RUNIVETTE	Ruisseau de la Pipaudière à l'aval lointain de l'étang récepteur des eaux d'exhaure du montage M260	7,3	292	<2	<0,8	50	<50	0,029

Le ruisseau de la Pipaudière ne présente pas de marquage en uranium des eaux à l'aval en champ éloigné du site (cf. Tableau 13). Cependant, le plan d'eau récepteur des eaux d'exhaure du montage M260 (échantillon CHLMARM 260) présente un marquage des eaux en arsenic et en radium 226 notamment au niveau des eaux prélevées à 50 cm de profondeur, contrairement aux eaux de surface (cf. Tableau 13). Ce marquage s'atténue en aval du site (échantillons CHLREG B et RUNIVETTE ; cf. Tableau 13).

Contrôles IRSN

Un échantillon d'eau a été prélevé au niveau de l'exutoire du montage M260 (échantillon 79_CHL_M260 ; cf. Figure 29 et Figure 30) afin de réaliser des analyses radiologiques et chimiques (arsenic). Des mesures physico-chimiques sur les eaux ont été faites en ce point et en d'autres points sans prélèvement ou avec prélèvement de sédiments (cf. Figure 29, Figure 30 et Figure 31).

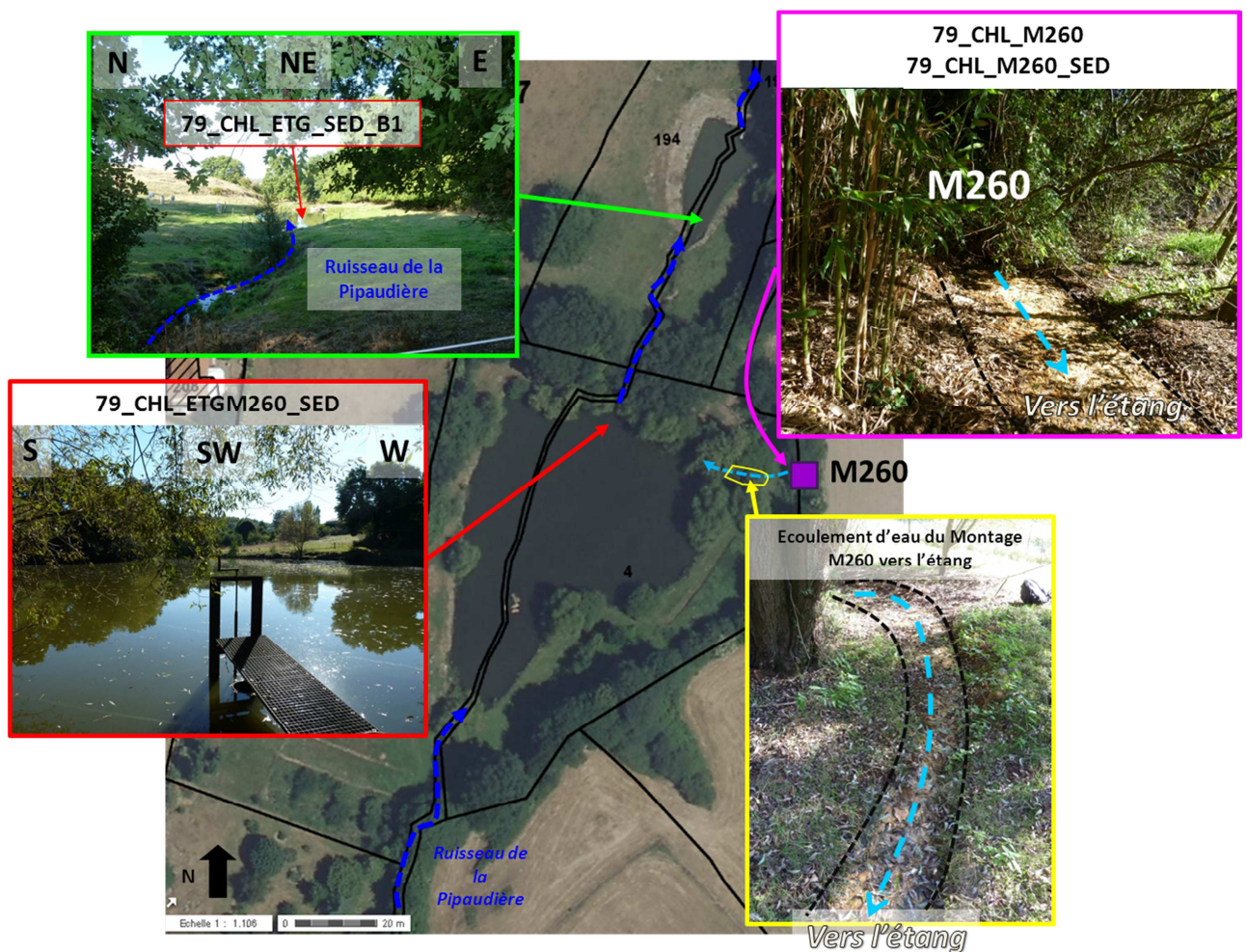


Figure 30 : Localisation et photographies des points de prélèvements réalisés par l'IRSN autour de l'étang récepteur des eaux d'exhaure des TMS via le montage M260 (échantillons 79_CHL_ETGM260_SED, 79_CHL_M260_SED, 79_CHL_M260 et 79_CHL_ETG_SED_B1) (sur fonds Géoportail IGN © [4])

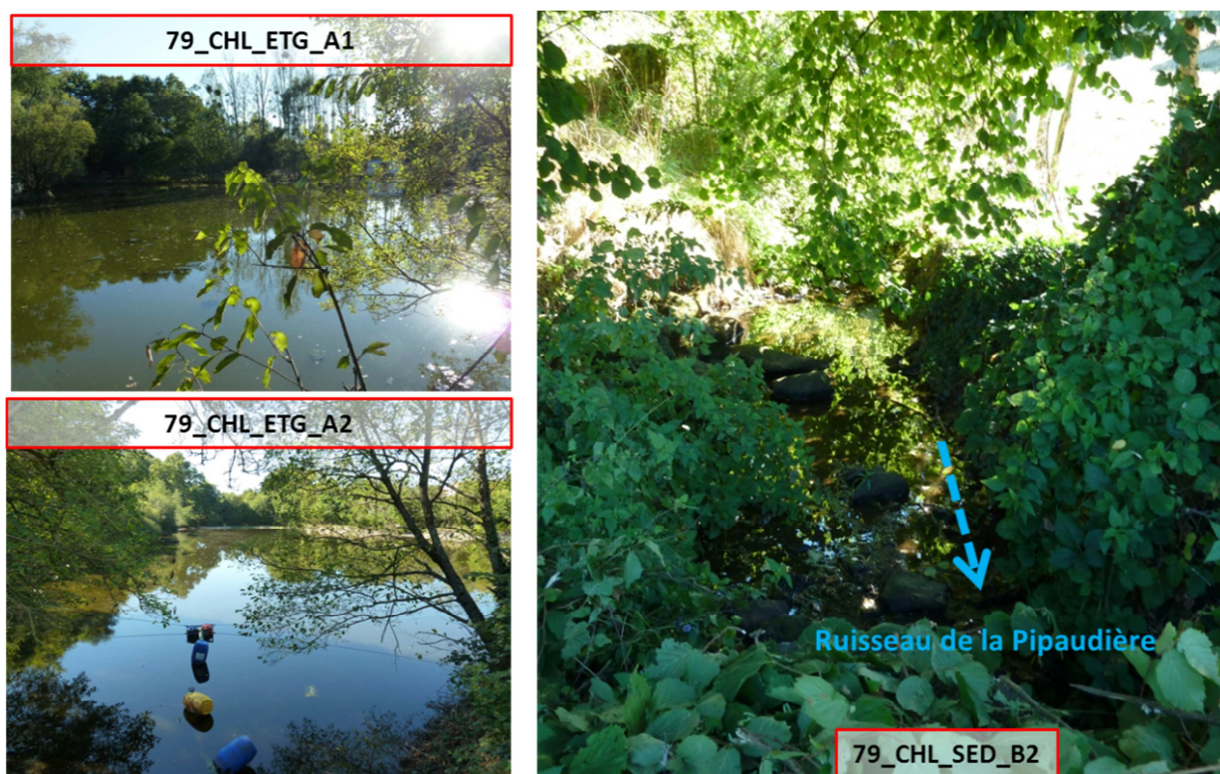


Figure 31 : Photographies des points de prélèvements ou mesures réalisés par l'IRSN en amont et aval éloigné de l'étang récepteur des eaux d'exhaure du montage M260 (échantillons 79_CHL_ETG_A1, 79_CHL_ETG_A2 et 79_CHL_SED_B2)

Les paramètres physico-chimiques :

Les paramètres physico-chimiques mesurés le long du ruisseau de la Pipaudière sont présentés dans le Tableau 14.

Tableau 14 : Résultats des mesures physico-chimiques réalisées par l'IRSN des eaux le long du ruisseau de la Pipaudière

Nom de l'échantillon	Commentaires	pH	Conductivité [$\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$]	Alcalinité [$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$]	Turbidité [ppm]
79_CHL_ETG_A1	Etang de la Roche Authé	8,0	124	50	106
79_CHL_ETG_A2	Etang amont	8,2	131	70	19
79_CHL_M260	Montage M260	6,0	536	240	26
79_CHL_ETGM260_SED	Etang récepteur des eaux d'exhaure du montage M260	6,5	278	100	90
79_CHL_ETG_SED_B1	Etang en aval proche	6,7	262	100	20
79_CHL_SED_B2	Ruisseau de la Pipaudière en aval éloigné	7,5	216	75	6,2

Les paramètres physico-chimiques évoluent le long du ruisseau de la Pipaudière de l'amont (étang de la Roche Authé ; échantillon 79_CHL_ETG_A1) vers l'aval (échantillon 79_CHL_SED_B2) (cf. Figure 32). En effet, après le

montage M260 (échantillons 79_CHL_ETGM260_SED et 79_CHL_SED_B1) le pH diminue de deux unités et la conductivité double. Au point le plus éloigné mesuré par l'IRSN (échantillon 79_CHL_SED_B2), le pH et la conductivité tendent à revenir vers les valeurs amont. Cette tendance s'observe aussi pour l'alcalinité (cf. Figure 32). Les eaux du montage M260, de pH égal à 6,0 et de conductivité égale à 536 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, ont une influence sur les paramètres physico-chimiques du ruisseau de la Pipaudière malgré l'effet de dilution.

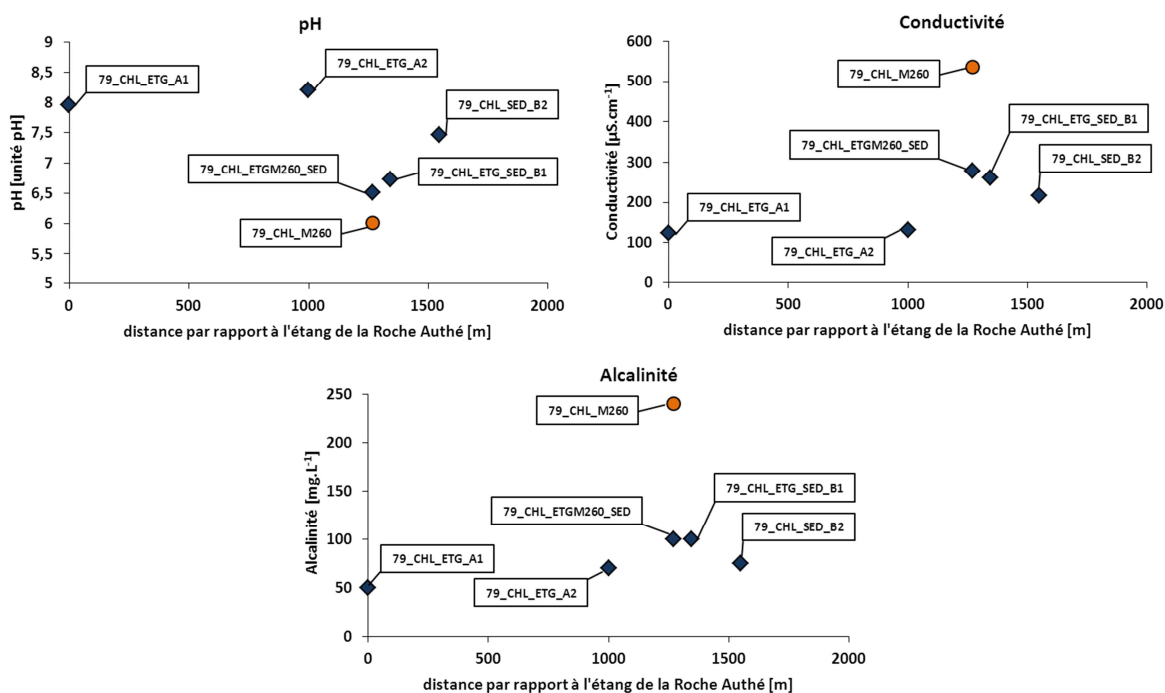


Figure 32 : Evolution des paramètres pH, conductivité et alcalinité le long du ruisseau de la Pipaudière

Analyses radiologiques et chimiques :

Les résultats des mesures physico-chimiques (pH, conductivité), des analyses radiologiques (uranium et ^{226}Ra sur la fraction totale) et de la mesure d'arsenic, réalisées par l'IRSN au niveau du montage M260 (échantillon 79_CHL_M260), sont présentés dans le Tableau 15.

Tableau 15 : Résultats des mesures de pH et de conductivité et des analyses radiologiques (uranium et radium 226) et chimique (arsenic), effectuées par l'IRSN sur les fractions totales des eaux du montage M260 sur le site de la Chapelle Largeau

Nom de l'échantillon	pH	Conductivité [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	U total [$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$]	^{226}Ra total [$\text{mBq}\cdot\text{L}^{-1}$]	Arsenic [$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$]
79_CHL_M260	6,0	536	$1,6 \pm 0,2$	5000 ± 1100	$0,503 \pm 0,005$

Les mesures réalisées sur les eaux du montage M260 révèlent un fort marquage en radium ($5000 \pm 1100 \text{ mBq}\cdot\text{L}^{-1}$) et en arsenic mais une concentration en uranium proche de celle généralement mesurée dans les eaux de surface hors influence minière (cf. Annexe 2 et [7] à [15]).

La concentration élevée en arsenic mesurée par l'IRSN est cohérente avec la mesure d'AREVA Mines en profondeur (50 cm) dans l'étang récepteur des eaux d'exhaure du montage M260 (échantillon CHLMARM 260 ; cf. Tableau 13). De même, les concentrations en uranium mesurées par AREVA Mines le long du ruisseau de la Pipaudière sont

cohérentes avec celle mesurée par l'IRSN dans les eaux du montage M260 (c'est-à-dire des valeurs proches de celles mesurées hors influence minière). Cependant, les activités en radium 226 mesurées par AREVA Mines dans le ruisseau de la Pipaudière en aval du montage sont faibles (170-123 mBq.L⁻¹) en comparaison de l'activité mesurée par l'IRSN au niveau du montage (5000 ± 1100 mBq.L⁻¹).

3.2.3 ANALYSES DES SEDIMENTS DANS LES COURS D'EAU OU PLANS D'EAU POTENTIELLEMENT SOUS INFLUENCE DU SITE

Données AREVA Mines

Depuis 2009, dans le cadre de la surveillance réglementaire, AREVA Mines procède à des prélèvements de sédiment (cf. Figure 29) :

- Dans l'étang récepteur des eaux d'exhaure du montage M260 (échantillon CHLMARM 260) ;
- Dans le ruisseau de la Pipaudière en aval proche du montage M260 (échantillon CHLREG B, à 150 m du montage environ).

Les résultats des analyses des sédiments prélevés par AREVA Mines sont présentés dans le Tableau 16.

Tableau 16 : Résultats des analyses des sédiments prélevés par AREVA Mines autour du site de La Chapelle Largeau [2]

Nom de l'échantillon	Activité [Bq.(kg m.s.) ⁻¹]						Arsenic [mg.kg ⁻¹]		
	²³⁸ U			²²⁶ Ra			2009	2010	2011
	2009	2010	2011	2009	2010	2011			
CHLMARM 260	64	153	230	180	1590	1460	88	714	681
CHLREG B	50	153	160	170	1590	710	169	714	503

Avec : m.s. = masse sèche

Les mesures réalisées par AREVA Mines aux points CHLMARM 260 et CHLREG B révèlent des activités massiques en uranium 238 de l'ordre de celles observées dans le milieu naturel hors influence minière (cf. Annexe 2). Cependant, les sédiments présentent un marquage en radium 226 et un déséquilibre en faveur du radium 226, qui s'atténuent lorsque l'on s'éloigne du montage M260, et des concentrations en arsenic aux points CHLMARM 260 et CHLREG B relativement élevées au regard des analyses réalisées par le BRGM lors de l'inventaire minier autour de La Chapelle Largeau (valeurs inférieures à 100 mg.kg⁻¹) [18]. Par ailleurs, ces mesures montrent une augmentation forte des activités des différents radionucléides (²³⁸U, ²²⁶Ra) ainsi que la concentration en arsenic entre 2009 et 2010 (cf. Tableau 16). Ces dernières se stabilisent entre 2010 et 2011.

Contrôles IRSN

Quatre échantillons de sédiment ont été prélevés (cf. Figure 29, Figure 30 et Figure 31) :

- Au niveau du montage M260 (échantillon 79_CHL_M260_SED) ;
- Dans l'étang récepteur des eaux d'exhaure du montage M260 (échantillon 79_CHL_ETGM260_SED) ;
- Dans un étang situé en aval proche de l'étang précédent (échantillon 79_CHL_ETG_SED_B1) ;
- Dans le ruisseau de la Pipaudière, en aval éloigné du montage M260 (échantillon 79_CHL_SED_B2).

Les résultats des analyses de la composition radiologique par spectrométrie gamma des sédiments sont présentés dans le Tableau 17.

Tableau 17 : Résultats des analyses par spectrométrie gamma réalisées par l'IRSN sur les sédiments prélevés sur le site et dans l'environnement proche du site de la Chapelle Largeau

Nom de l'échantillon	Activité [Bq.(kg m.s.) ⁻¹]						
	^{234m} Pa	²¹⁴ Pb	²¹⁴ Bi	²¹⁰ Pb	²³⁵ U	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs
79_CHL_M260_SED	<1300 (²³⁴ Th : 120 ± 80)	14400 ± 1300	14700 ± 1200	11000 ± 1000	< 100	980 ± 110	5,5 ± 3,1
79_CHL_ETGM260_SED	400 ± 230	2510 ± 220	2380 ± 160	6400 ± 600	< 42	620 ± 60	5,0 ± 1,4
79_CHL_ETG_SED_B1	220 ± 120	720 ± 70	690 ± 60	790 ± 80	< 22	960 ± 80	2,5 ± 0,9
79_CHL_SED_B2	220 ± 90	504 ± 44	476 ± 38	750 ± 70	< 17	1100 ± 130	2,2 ± 0,7

Avec : m.s. = masse sèche

L'activité massique de l'²³⁸U peut être assimilée à celle du ^{234m}Pa ou celle du ²³⁴Th. L'activité massique du ²²⁶Ra peut être assimilée à celle du ²¹⁴Pb. Les résultats montrent des activités massiques en ²²⁶Ra très supérieures à celles observées dans le milieu naturel hors influence minière, avec un fort un déséquilibre entre l'²³⁸U et le ²²⁶Ra en faveur du ²²⁶Ra. Les activités en radium 226 les plus fortes sont relevées au niveau du montage M260 avec près de 15 000 Bq.kg⁻¹. L'activité massique du ²²⁶Ra diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du montage M260 (cf. Tableau 17). Ces valeurs sont supérieures à celles présentées par AREVA Mines (cf. Tableau 16). A l'inverse, les activités massiques de l'²³⁸U sont de l'ordre de celles observées dans le milieu naturel hors influence minière (cf. Annexe 2) et sont du même ordre que celles présentées par AREVA (cf. Tableau 16).

Des analyses d'arsenic ont également été réalisées sur les échantillons 79_CHL_M260_SED, 79_CHL_ETGM260_SED et 79_CHL_ETG_SED_B1 (cf. Tableau 18).

Tableau 18 : Résultats des analyses par ICP-MS de l'arsenic dans les sédiments prélevés par l'IRSN sur le site et dans l'environnement proche du site de La Chapelle Largeau

Nom de l'échantillon	Arsenic [mg.kg ⁻¹]
79_CHL_M260_SED	1205
79_CHL_ETGM260_SED	1074
79_CHL_ETG_SED_B1	693

Les résultats d'analyses montrent un marquage en arsenic des sédiments avec les valeurs les plus élevées au niveau du montage M260 (As_{sédiment} = 1205 mg.kg⁻¹). Les valeurs relevées au niveau de l'étang récepteur des eaux

exhaure du montage M260 sont plus élevées que celles présentée par AREVA Mines (cf. Tableau 16). Bien que ce marquage s'atténue avec la distance (au point 79_CHL_ETG_SED_B1, $As_{\text{sédiment}} = 693 \text{ mg.kg}^{-1}$), les valeurs relevées dans les sédiments sont supérieures à celles qui peuvent être considérées comme des valeurs de référence autour de la Chapelle Largeau d'après l'inventaire minier du territoire métropolitain établi par le BRGM (valeurs inférieures à 100 mg.kg^{-1} , [18]).

Annexe 5 : Fiche d'observations de terrain, de mesures radiométriques et d'analyses des prélèvements effectués sur les anciens sites miniers des Deux Sèvres : Site de La Dorgissière

Site de La Dorgissière

Région	Poitou-Charentes	Autres sites sur la / commune
Département	Deux Sèvres (79)	
Commune	Saint-Amand-sur-Sèvre	
Cadastre	<p>Propriété AREVA Mines :</p> <p>Commune de Saint-Amand-Sur-Sèvre</p> <ul style="list-style-type: none"> · section AB, parcelles 60, 61, 73 et 74 · section BO, parcelles 8, 9, 11 et 12. <p>Propriété Privée :</p> <p>Commune de Saint-Amand-Sur-Sèvre</p> <ul style="list-style-type: none"> · section AB, parcelles 65 et 68 · section BO, parcelles 10, 14, 15, 28, 29, 30 et 107. <p>(cf. Figure 34)</p>	
Propriété	Privée et AREVA Mines	
Surface du site	14 ha 80 a	

Source principale : BE d'AREVA Mines [2]

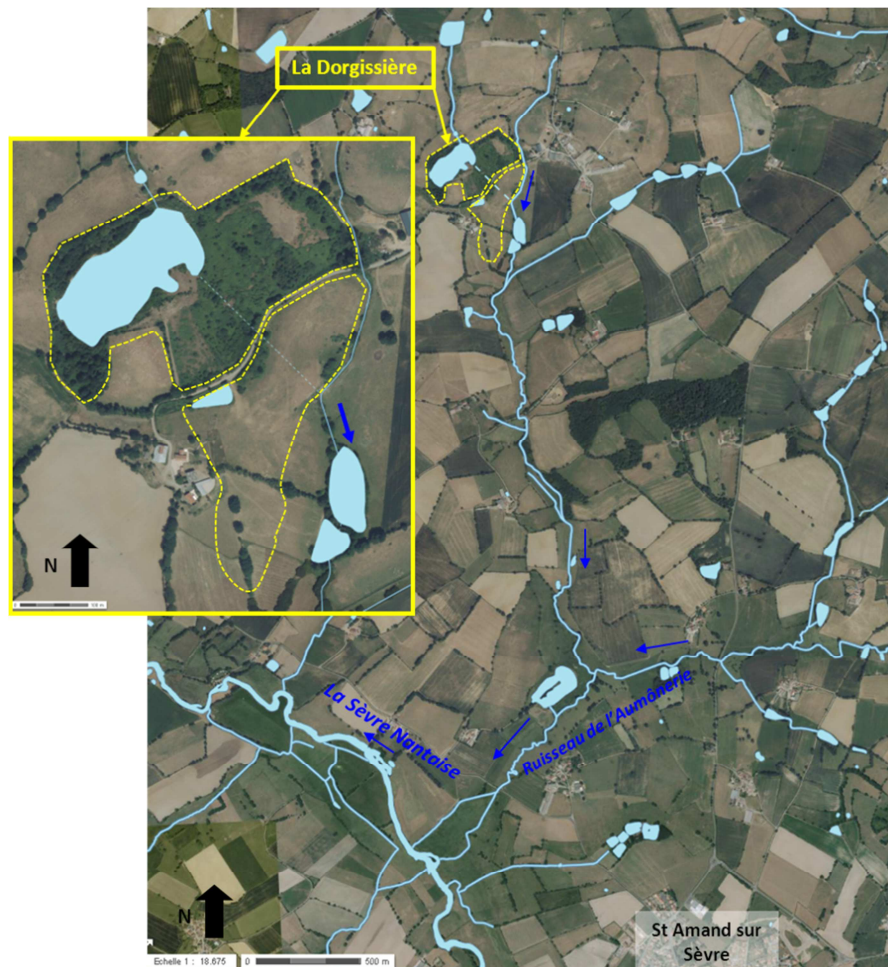


Figure 33 : Vue aérienne du site de La Dorgissière (sur fonds Géoportail IGN © [4])

1 NATURE DES TRAVAUX MINIERS ET REAMENAGEMENTS

Type de travaux	<p><u>Deux mines à ciel ouvert (MCO) :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Nord</u> : Les travaux miniers comprenaient l'exploitation d'une fosse de 43 m de profondeur ; - <u>Sud</u> : Les travaux miniers comprenaient l'exploitation d'une fosse de 24 m de profondeur. <p>Ces deux MCO ont été exploitées par des sous gradins de 3 m et des gradins de 15 m séparés par une banquette de 5 m.</p> <p><u>Travaux miniers souterrains (TMS) :</u> Ils comprennent un puits, deux montages (M100 et M253) et des galeries réparties sur deux niveaux (N-40 et N-80).</p>
Période d'exploitation	Juin 1959 à juin 1983
Production d'uranium [tonne]	295,2
Lieu de traitement du minerai	Usine de l'Ecarpière
Réaménagements réalisés	<ul style="list-style-type: none"> - <u>MCO Nord</u> : Le parement Nord a été renforcé et un talutage du parement Est a été effectué en 1996. La MCO a été réaménagée en plan d'eau afin d'être utilisée comme réserve d'eau pour l'irrigation agricole (ouverture en 1991 d'un accès vers la station de pompage installée au Sud-Ouest de la MCO). Deux surverses ont été créés en cas de débordement : la première à la limite Ouest du carreau minier et la deuxième au pied de la verse à stériles. - <u>MCO Sud</u> : Elle a été entièrement remblayée avec des stériles issus de l'exploitation des MCO Nord et Sud, et recouverte de terre végétale. - <u>TMS</u> : Le puits a été comblé par des stériles miniers et condamné en tête par un bouchon de grave-ciment de 10 m de hauteur. Les deux montages ont été obturés par une dalle en béton armé. Les galeries ont été remblayées durant leur exploitation par des sables cyclonés (15000 tonnes) provenant de l'usine l'Ecarpière. Les travaux du niveau N-40 sont noyés depuis 1968. - <u>Secteur « verse à stériles » et carreau minier</u> : La verse a été remodelée et de la terre végétale a été mise en place sur l'ancien carreau minier et les coteaux de la verse. <p>L'ensemble des installations de surface ont été démantelées. (cf. Figure 34)</p>
Fin des réaménagements	1996
Servitudes	/
Autres	<p>Les secteurs de la MCO Nord, de la verse à stériles et de l'ancien carreau minier sont clôturés.</p> <p>Des stériles miniers ont été cédés en 1989 pour être utilisés en tant que remblai.</p>

Source principale : BE d'AREVA Mines [2]

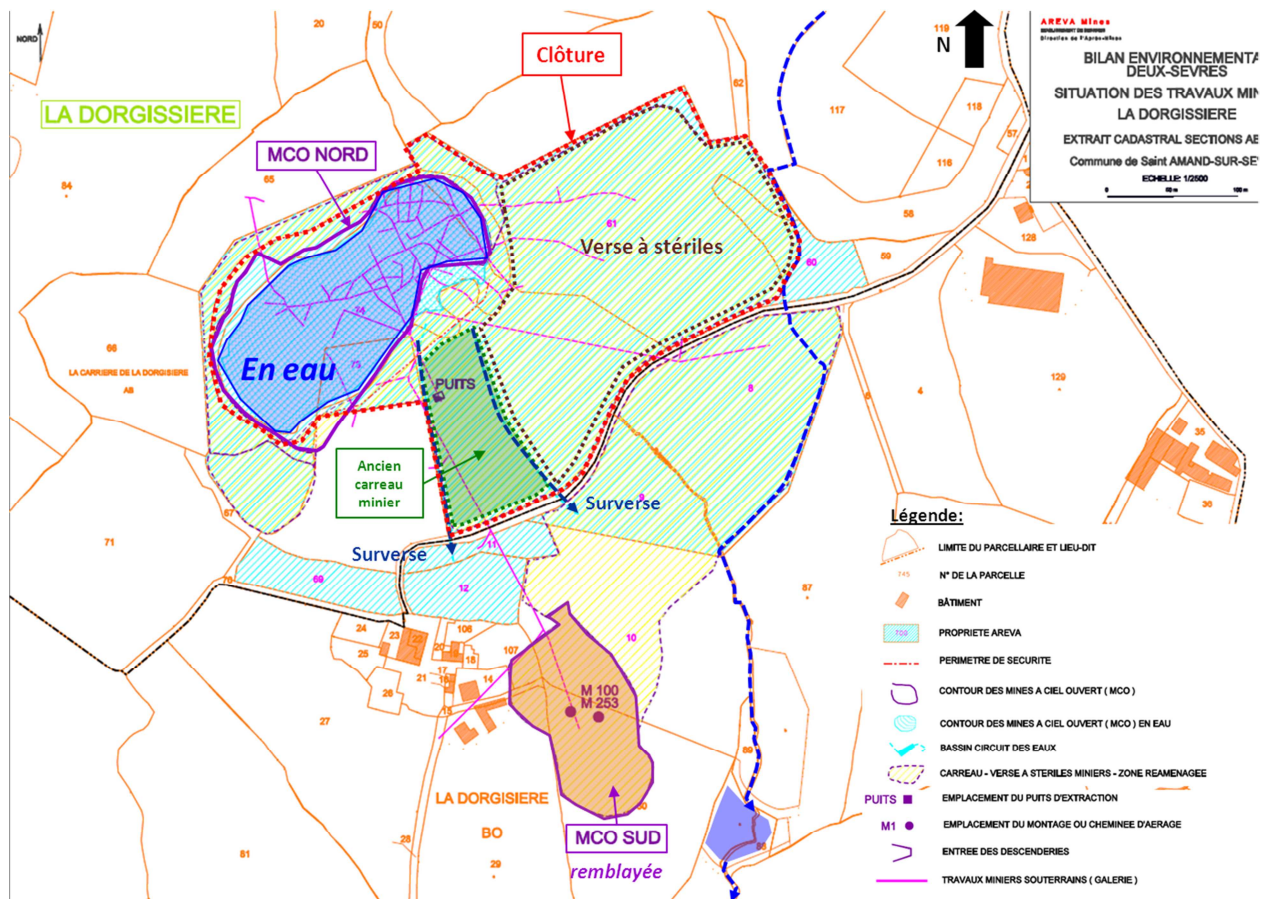


Figure 34 : Situation des travaux miniers sur fonds cadastral pour le site de La Dorgissière (source : BE d'AREVA Mines [2])

2 LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DU SITE ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE SURFACE

Le site de la Dorgissière est localisé à 4,3 km au Nord-Ouest de Saint-Amand-sur-Sèvre (cf. Figure 33). Il se situe dans le bassin versant de la Sèvre Nantaise. Un ruisseau, qui prend sa source à 250 m environ au Nord-Est du site, s'écoule tout d'abord à l'Est puis au Sud du site (cf. Figure 35). Ce dernier se jette dans le ruisseau de l'Aumônerie, un affluent de la Sèvre Nantaise.

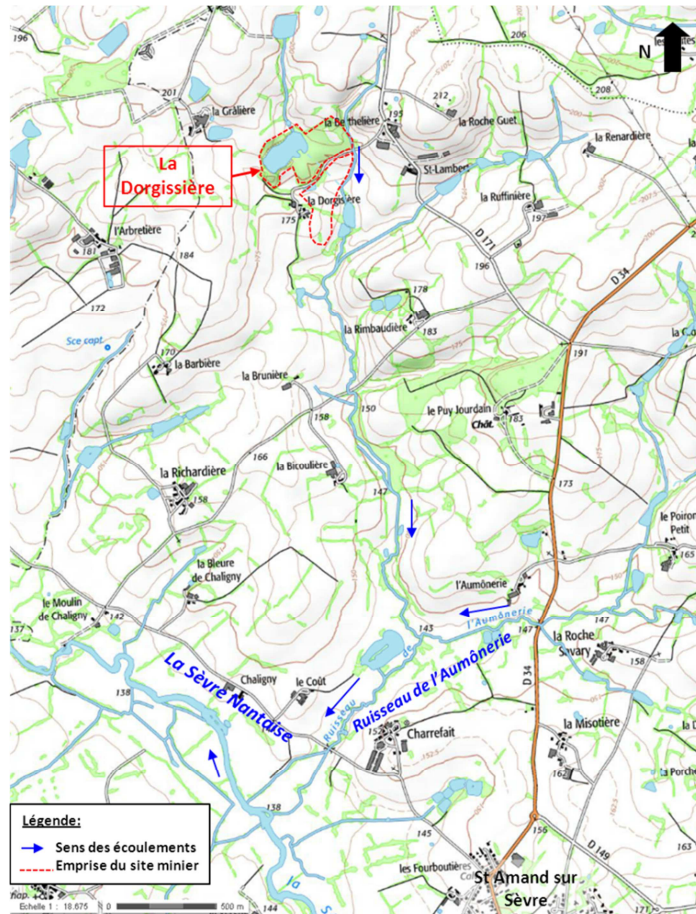


Figure 35 : Réseau hydrographique de surface à proximité de l'ancien site minier de La Dorgissière (sur fonds Géoportail IGN © [4])

3 OBSERVATIONS DE TERRAIN

Date de la visite et contexte	
23 septembre 2013 dans le cadre des contrôles de second niveau du programme MIMAUSA	
Objectifs de la visite	
Sur site : Effectuer des mesures radiométriques au niveau de la MCO Sud remblayée. Pas de visite sur les terrains AREVA Mines (MCO Nord et versé à stériles).	
Champs proche : Prélever un échantillon d'eau dans le ruisseau qui s'écoule à l'Est du site, en aval, et un échantillon de sédiment dans l'étang en aval du site	
Personnes présentes	
/	
Ouvrages visibles ou localisés	Coordonnées GPS (Lambert 93)
Mine à ciel ouvert Nord	X = 409971 ; Y = 6652091
Mine à ciel ouvert Sud	X = 410167 ; Y = 6651811
Puits	X = 410077 ; Y = 6652043
Montage (M100)	X = 410168 ; Y = 6651791
Montage (M253)	X = 410192 ; Y = 6651779

3.1 OBSERVATIONS DE LA SITUATION ET DES USAGES ACTUELS DU SITE

Les terrains contenant la MCO Nord en eau et la verse à stériles sont des terrains AREVA Mines (cf. Figure 34). Ces terrains sont clôturés, un portail fermé permet l'accès aux pompes d'irrigation et l'ensemble présente des panneaux signalant une propriété privée (cf. Figure 36). La verse est recouverte de végétation (cf. Figure 36).

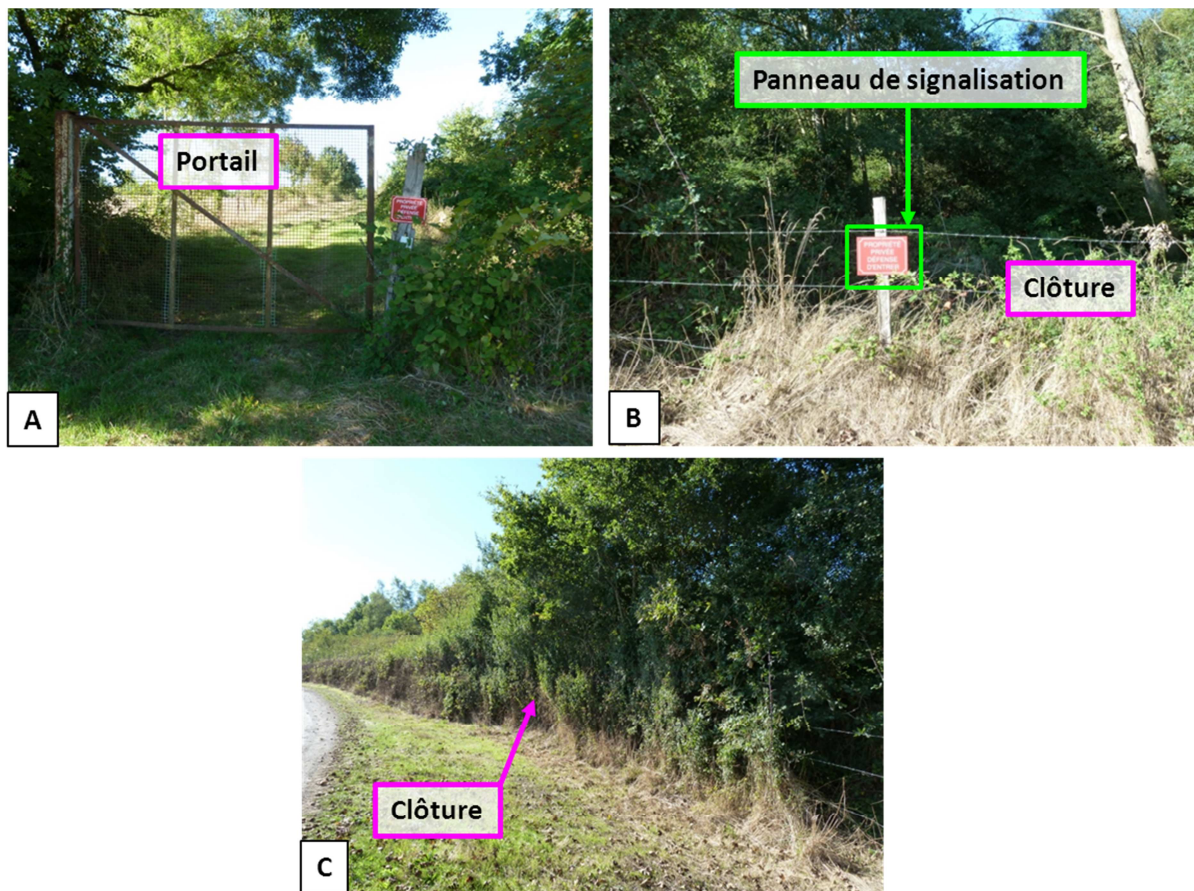


Figure 36 : Photographies de la clôture et des panneaux signalétiques autour du site de La Dorgissière : A- Portail d'accès vers le système de pompage, B et C- Au niveau de la verse à stérile



Figure 37 : Photographie du pâturage situé sur l'emprise de la MCO Sud

La MCO Sud remblayée se situe sur des terrains privés qui servent de pâturage pour les vaches (cf. Figure 37). A la limite de ce pâturage, en bordure Est, s'écoule un ruisseau qui récupère les eaux des surverses de la MCO Nord (cf.

Figure 34). Ce ruisseau alimente un étang qui sert à l'abreuvement des bovins. Par ailleurs, le propriétaire de ces terrains a indiqué qu'en cas de forte précipitation, il existait un effet « siphon » entre la MCO Nord et les montages M100 et M253 via les TMS : les terrains situés à l'aplomb de ces montages ont tendance à être inondés.

3.2 OBSERVATIONS CONCERNANT LA SITUATION RADIOLOGIQUE

3.2.1 MESURES RADIAMÉTRIQUES DE SURFACE

Données AREVA Mines

Des mesures radiamétriques ont été réalisées par AREVA Mines en 2012, sur sa propriété : autour de la MCO Nord, au niveau de l'ancien carreau minier et sur la verse à stériles (cf. Tableau 19) et sur les terrains privés autour du hameau de la Dorgissière et au niveau de l'emprise de la MCO Sud. Les valeurs mesurées peuvent varier jusqu'à cinq fois le bruit de fond naturel, notamment au niveau de l'emprise de la MCO Sud remblayée (cf. Tableau 19).

Tableau 19 : Résultats des mesures radiamétriques effectuées par AREVA Mines en 2012 sur le site de La Dorgissière [2]

Secteur	Débit d'équivalent de dose gamma [nSv.h ⁻¹]
Milieu naturel	140-160
Ancien carreau minier	220-470
Autour de la MCO Nord	160-480 (ponctuellement 750)
Emprise de la MCO Sud	280-720
Autour du hameau de la Dorgissière	220-480 (valeurs ponctuelles)
Verse à stériles	350-590

Contrôles IRSN

Des mesures de débits de dose ont été effectuées par l'IRSN, à environ 50 cm au-dessus du sol, au niveau de l'emprise de la MCO Sud remblayée. Le débit de dose augmente progressivement vers la zone où se trouvent les montages pour atteindre des valeurs comprises entre 480 et 580 nSv.h⁻¹ (cf. Figure 38). Ces résultats sont cohérents avec ceux donnés par AREVA Mines pour la MCO Sud (cf. Tableau 19).

Les mesures effectuées le long de l'étang alimenté par le ru recevant les eaux de surverse de la MCO Nord, à l'aval du site, sont de l'ordre du bruit de fond naturel (200-240 nSv.h⁻¹) (cf. Figure 38).

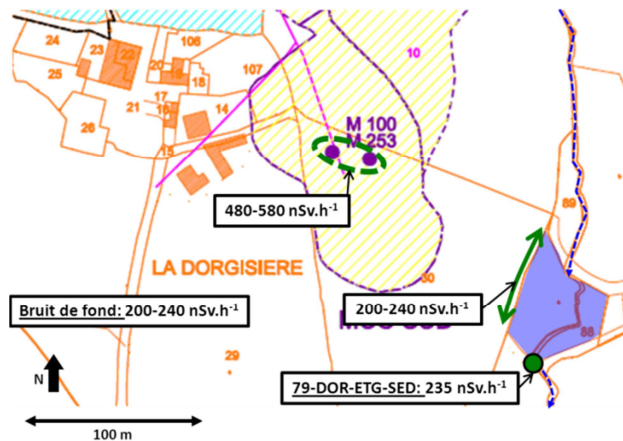


Figure 38 : Localisation et résultats des mesures radiométriques réalisées par l'IRSN sur le site de La Dorgisière (sur fonds extrait du BE d'AREVA Mines [2])

3.2.2 ANALYSES DES EAUX SOUS INFLUENCE POTENTIELLE DU SITE

Données AREVA Mines

Un échantillon d'eau de la MCO Nord est annuellement prélevé par AREVA Mines pour être analysé (échantillon DOR O ; cf. Figure 39). Au cours de la campagne de mesure de 2012, AREVA Mines a procédé à deux prélèvements d'eau dans le ruisseau qui s'écoule à l'Est du site (cf. Figure 39) :

- Le premier en amont du site (échantillon DOR RUA) ;
- Le deuxième en aval du site (échantillon DOR RUB).

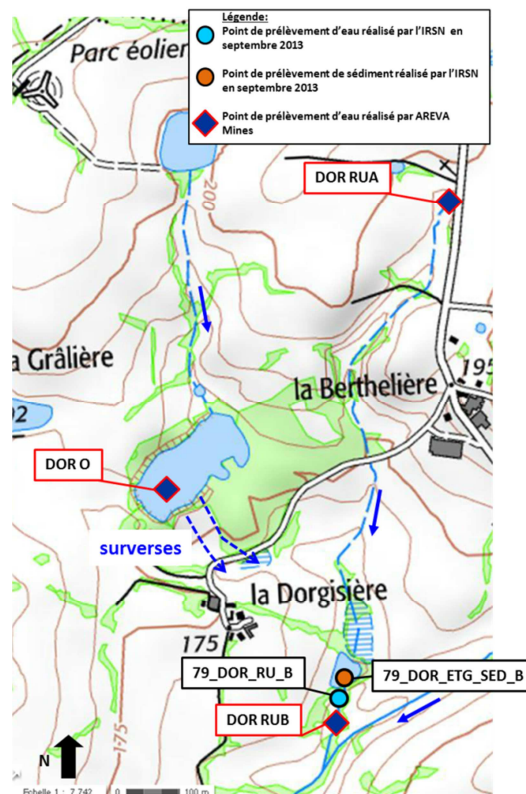


Figure 39 : Localisation des points de prélèvements d'eau et de sédiment réalisés par l'IRSN et AREVA Mines [2] sur le site de La Dorgisière et en champs proche (sur fonds Géoportail IGN © [4])

Les résultats des mesures de pH et des analyses radiologiques (^{238}U et ^{226}Ra sur la fraction dissous) de ces trois échantillons sont présentés dans le Tableau 20.

Tableau 20 : Résultats des mesures de pH et des analyses radiologiques (uranium 238 dissous et radium 226 dissous) effectuées par AREVA Mines pour le site de La Dorgissière [2]

Nom de l'échantillon	Commentaires	pH	^{238}U dissous [$\mu\text{g.L}^{-1}$]	^{226}Ra dissous [mBq.L^{-1}]
DOR RUA	Ruisseau s'écoulant à l'Est du site, à l'amont des surverses de la MCO Nord (2012)	7,0	<1	80
DOR RUB	Ruisseau s'écoulant à l'Est du site, à l'aval des surverses de la MCO Nord (2012)	7,2	17	<20
DOR O	MCO Nord (moyenne des données 2006-2011)	8,6	16	70

Les eaux de la MCO Nord présentent, pour la période 2006-2011, des teneurs moyennes dans la fraction dissous de $16 \mu\text{g.L}^{-1}$ pour l'uranium 238 et de 70mBq.L^{-1} pour le radium 226 (cf. Tableau 20). Le ruisseau s'écoulant à l'Est du site présente, pour l'année 2012, une évolution de la concentration en uranium 238 de l'amont vers l'aval avec un marquage des eaux en aval du site (échantillon DOR RUB ; cf. Tableau 20).

Contrôles IRSN

Un prélèvement d'eau a été effectué par l'IRSN dans le ruisseau qui s'écoule à l'Est du site, à l'aval de celui-ci (échantillon 79_DOR_RU_B ; cf. Figure 39 et Figure 40).



Figure 40 : Point de prélèvement d'eau par l'IRSN dans le ruisseau s'écoulant à l'Est du site de La Dorgissière, à l'aval de celui-ci (échantillon 79_DOR_RU_B)

Les résultats des mesures physico-chimiques *in situ* et des analyses radiologiques sur la fraction totale de cet échantillon sont présentés dans le Tableau 21.

Tableau 21 : Résultats des mesures de pH et de conductivité et des analyses radiologiques (uranium et radium 226), effectuées par l'IRSN, sur la fraction totale de l'eau prélevée dans le ruisseau en aval du site de La Dorgissière

Nom de l'échantillon	pH	Conductivité [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	U total [$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$]	^{226}Ra total [$\text{mBq}\cdot\text{L}^{-1}$]
79_DOR_RU_B	7,2	298	37 ± 4	63 ± 19

Les mesures réalisées sur les eaux du ruisseau s'écoulant à l'Est du site (échantillon 79_DOR_RU_B) révèlent un marquage des eaux en aval du site de la Dorgissière (cf. Tableau 21), avec des teneurs en uranium et radium 226 plus élevées que celles mesurées dans les eaux de surface hors influence minière et dans un contexte géologique similaire (cf. Annexe 2). Ceci est cohérent avec les données d'AREVA Mines pour les teneurs en uranium. S'agissant du radium 226, la valeur mesurée par AREVA Mines en amont du site (échantillon DOR RUA, $^{226}\text{Ra} = 80 \text{ mBq}\cdot\text{L}^{-1}$) est supérieure à celle mesurée par AREVA Mines en aval (échantillon DOR RUB, $^{226}\text{Ra} < 20 \text{ mBq}\cdot\text{L}^{-1}$), ce qui est surprenant. De surcroît, la valeur mesurée par l'IRSN en aval du site (échantillon 79_DOR_RU_B, $^{226}\text{Ra} = 63 \pm 19 \text{ mBq}\cdot\text{L}^{-1}$) est proche de la valeur annoncée par AREVA Mines au point amont. Il conviendra donc qu'AREVA Mines vérifie l'origine de cette anomalie qui pourrait relever d'une erreur de report de valeurs.

3.2.3 ANALYSES DES SEDIMENTS DANS LES COURS D'EAU OU PLANS D'EAU POTENTIELLEMENT SOUS INFLUENCE DU SITE

Données AREVA Mines

Au cours de la campagne de mesures de 2012, AREVA Mines n'a pas procédé à des prélèvements de sédiment dans l'environnement du site.

Contrôles IRSN

Un prélèvement de sédiment a été effectué dans un étang alimenté par le ruisseau récepteur des surverses de la MCO Nord, en aval du site (échantillon 79_DOR_ETG_SED_B ; cf. Figure 39 et Figure 41).

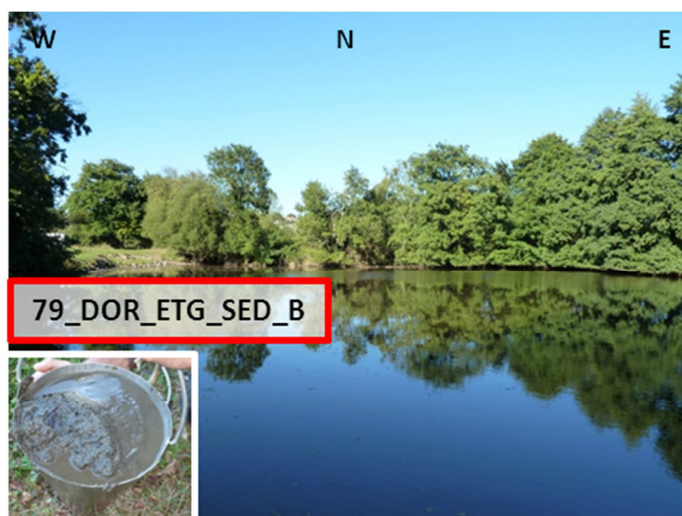


Figure 41 : Etang en aval du site de La Dorgissière (point de prélèvement de l'échantillon 79_DOR_ETG_SED_B)

Les résultats de l'analyse de la composition radiologique par spectrométrie gamma du sédiment sont présentés dans le Tableau 22.

Tableau 22 : Résultats de l'analyse par spectrométrie gamma réalisée par l'IRSN sur les sédiments prélevés dans un plan d'eau en aval du site de La Dorgissière

Nom de l'échantillon	Activité [Bq.(kg m.s.) ⁻¹]						
	^{234m} Pa	²¹⁴ Pb	²¹⁴ Bi	²¹⁰ Pb	²³⁵ U	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs
79_DOR_ETG_SED_B	2300 ± 240	460 ± 40	425 ± 35	385 ± 40	105 ± 22	850 ± 70	4,6 ± 1,0

Avec : m.s. = masse sèche

L'activité massique de l'²³⁸U peut être assimilée à celle du ^{234m}Pa soit 2300 ± 240 Bq.(kg m.s.)⁻¹. Celle du ²²⁶Ra peut être assimilée à celle du ²¹⁴Pb soit 460 ± 40 Bq.(kg m.s.)⁻¹. Les résultats montrent un déséquilibre entre l'²³⁸U et le ²²⁶Ra, en faveur de l'²³⁸U (rapport ²³⁸U/²²⁶Ra = 5). De plus, ces résultats indiquent des activités massiques en ²³⁸U 4,5 fois supérieures à celles observées dans le milieu naturel hors influence minière (cf. Annexe 2).

Annexe 6 : Fiche d'observations de terrain, de mesures radiométriques et d'analyses des prélèvements effectués sur les anciens sites miniers des Deux Sèvres : Site de La Commanderie

Site de La Commanderie

Région	Poitou-Charentes et Pays de la Loire	Autres sites sur la commune	La Chapelle Largeau, La Roche Pied Rôti
Département	Deux Sèvres (79) et Vendée (85)		
Commune	- Communauté de commune de Mauléon (79) - Treize-Vents (85)		
Cadastre	<p><u>Propriété AREVA Mines :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Commune de Mauléon (79), section B1, parcelles 155, 167 et 168 ; • Commune de Treize-Vents (85) : -section B2, parcelles 44 et 720 ; -section B3, parcelle 724. <p><u>Propriété Privée :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Commune de Mauléon (79), section B1, parcelles 146, 159, 163, 169, 170, 171, 174 et 175 ; • Commune de Treize-Vents (85) : - section B2, parcelles 739, 740, 741, 742, 745, 746, 747, 754 et 755 ; -section B3, parcelles 190, 191, 192, 195, 196, 721, 722, 752 et 753. <p>(cf. Figure 43)</p>		
Propriété	AREVA Mines et privée		
Surface du site	60 ha 66 a		

Source principale : BE d'AREVA Mines [2]

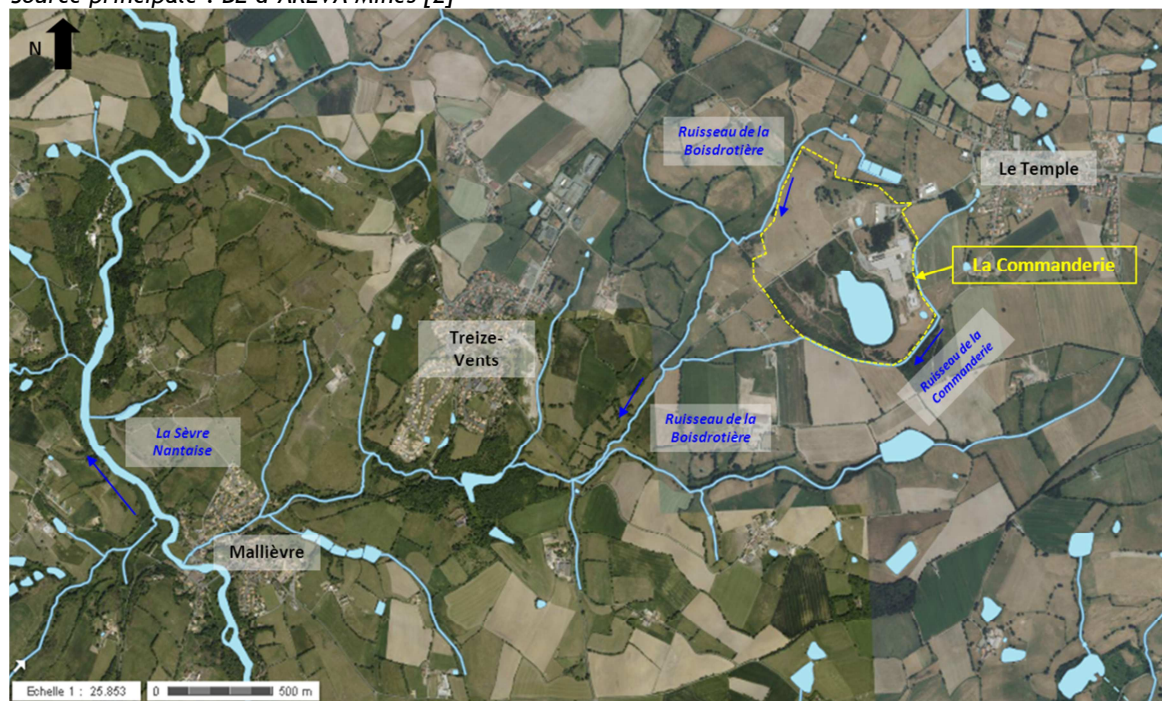


Figure 42 : Vue aérienne du site de La Commanderie (sur fonds Géoportail IGN © [4])

1 NATURE DES TRAVAUX MINIERS ET REAMENAGEMENTS

Type de travaux	<p><u>Mine à ciel ouvert (MCO)</u> : Les travaux miniers comprenaient l'exploitation d'une fosse de 88 m de profondeur exploitée par tranches de trois mètres et par gradins de 15 mètres.</p> <p><u>Travaux miniers souterrains (TMS)</u> : Ils comprennent un puits, un travers-banc (TB202V), 2 plans inclinés (H117 et K M130), 5 galeries débouchant dans les parements de la MCO (R130, G116, G118, R120, et G110), 14 montages (M101, M103, M103-1, M107, M117, M128, M130, M200, M202, M204, M204b, M206, M210, M214) et 4 puits de type Robbins (Rob8, Rob9-C, Rob1, Rob GRB). L'ensemble des travaux était réparti sur 12 niveaux (N-50, N-80, N-95, N-135, N-175, N-215, N-255, N-300, N-350, N-405, N-460 et N-510).</p>
Période d'exploitation	Novembre 1955 à septembre 1990
Production d'uranium [tonne]	2 567,06 tonnes (TMS) et 1 410,46 tonnes (MCO)
Lieu de traitement du minerai	Usine de l'Ecarpière
Réaménagements réalisés	<p>- <u>MCO</u> : La MCO a été partiellement remblayée dans sa partie Nord par des stériles miniers (37 300 tonnes). La Partie Sud de la MCO contient un stockage constitué: de résidus de lixiviation statique provenant de la Commanderie (250 000 tonnes), de sables cyclonés provenant de l'usine de l'Ecarpière (17 000 tonnes), de produits issus de l'assainissement du site (283 400 tonnes : matériaux issus du démantèlement et du décapage des anciens bassins, des aires de lixiviation et des zones de stockage du minerai à faible teneur) et de stériles miniers (96 500 tonnes). La DRIRE a autorisé l'usage de l'eau de la MCO comme réserve d'eau pour l'irrigation (18/06/1993). Suite à cette autorisation, le ruisseau de la Commanderie a été détourné afin d'alimenter la MCO en période de pluie et une installation de pompage a été mise en place au Sud de la MCO.</p> <p>- <u>TMS</u> : Les ouvrages débouchant dans la zone remblayée de la MCO ont été comblés par des stériles et des remblais. Les ouvrages débouchant à la surface ont été remblayés par des sables cyclonés (500 000 tonnes) provenant de l'Ecarpière, et par des déblais. Ils ont été obturés par des bouchons de grave-ciment.</p> <p>- <u>Installations de surface</u> : Les bassins ont été curés et comblés. L'ancienne aire de stockage du minerai a été démantelée et décapée jusqu'au terrain naturel. L'ancienne aire de lixiviation a été démantelée et la zone remodelée. La station de traitement des eaux a été démantelée. Les bâtiments (bureau, vestiaires, ateliers, magasin) ont été conservés et sont utilisés actuellement par une entreprise d'emballage.</p> <p>- <u>Secteur « verse à stériles »</u> : La verse a été remodelée (versant ouest) et des pins ont été plantés. Actuellement, la verse est clôturée et envahie</p>

	par une végétation abondante. (cf. Figure 43)
Fin des réaménagements	1993
Servitudes	/
Autres	Des stériles miniers ont été cédés entre 1984 et 1996 pour être utilisés dans les communes environnantes. Le chemin communal a été créé entre les villages de Treize-Vents et Le Temple. Une partie du site (MCO et partie Nord) est entourée d'un périmètre de sécurité (clôture et panneaux). Mise en place d'un plan de surveillance suite à la déclaration de délaissement du site le 04/07/1994. Mise en place d'un plan de surveillance complémentaire et réalisation d'analyses supplémentaires suite à la demande de la DREAL le 27/05/2009.

Source principale : BE d'AREVA Mines [2]

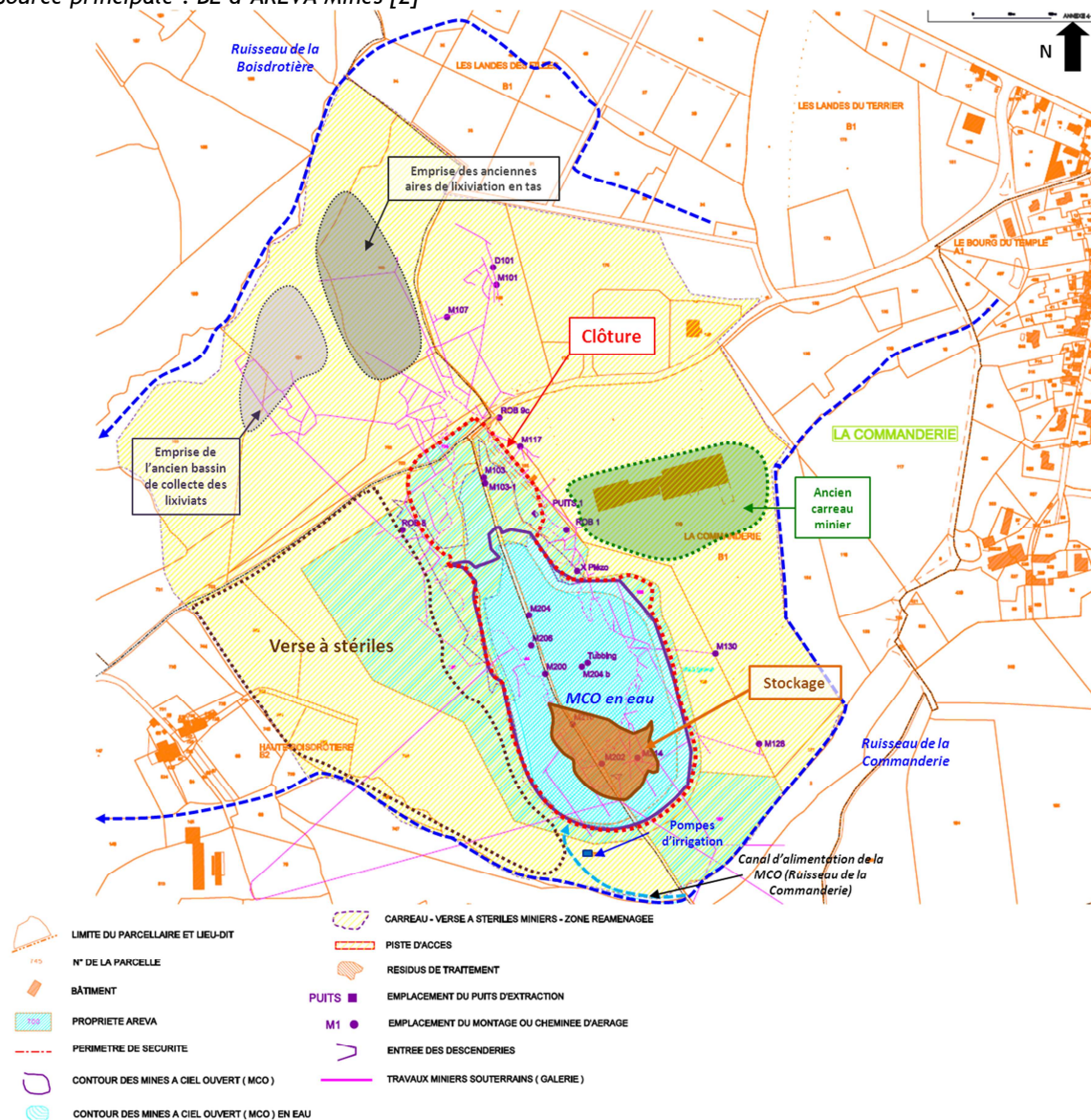


Figure 43 : Situation des travaux miniers sur fonds cadastral pour le site de La Commanderie (source : BE d'AREVA Mines [2] et [20])

2 LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DU SITE ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE SURFACE

Le site de La Commanderie est situé sur les communes de Mauléon (Deux Sèvres) et de Treize-Vents (Vendée) (cf. Figure 42 et Figure 44). Il est drainé jusqu'aux ruisseaux de la Boisdrotière et de la Commanderie qui se rejoignent et se jettent dans la Sèvre Nantaise (cf. Figure 44).

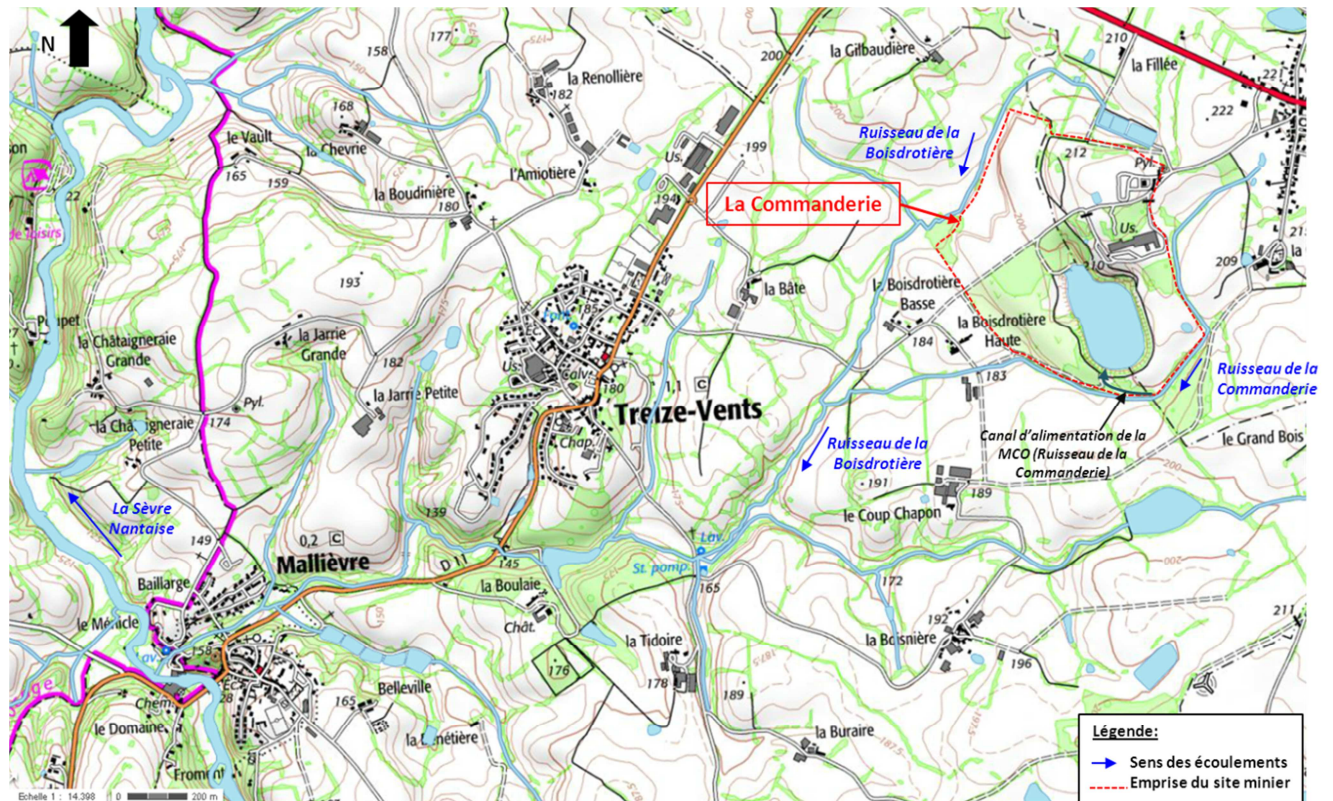


Figure 44 : Réseau hydrographique de surface à proximité de l'ancien site minier de La Commanderie (sur fonds Géoportail IGN © [4])

3 OBSERVATIONS DE TERRAIN

Date de la visite et contexte	
24 septembre 2013 dans le cadre des contrôles de second niveau du programme MIMAUSA	
Objectifs de la visite	
<u>Sur site</u> : Pas de visite sur site (partie MCO, site de stockage)	
<u>Champs proche</u> : Prélever des échantillons d'eaux et de sédiments autour du site (aval et amont). Effectuer des contrôles radiométriques.	
Personnes présentes	
M. Le Maire délégué de la commune associée Le Temple, M. Le Maire de Treize-Vents, les représentants de la DREAL Pays de la Loire et de la DREAL Poitou-Charentes	
Ouvrages visibles ou localisés	Coordonnées GPS (Lambert 93)
Mine à Ciel Ouvert	X = 409053 ; Y = 6653937
Verse à stériles	X = 408771 ; Y = 6653939
Bâtiments	X = 409153 ; Y = 6654203

3.1 OBSERVATIONS DE LA SITUATION ET DES USAGES ACTUELS DU SITE

Mine à ciel ouvert

L'entrée dans la MCO s'effectue au Nord-Ouest du site via un portail (cf. Figure 45). Cette zone (MCO) ainsi que la partie au Nord de la MCO est clôturée par un grillage sur lequel un affichage en interdit l'accès, avertit des dangers d'affaissement et mentionne la propriété AREVA (cf. Figure 45). La végétation et le grillage empêchent le passage sur la majorité de la zone mais à certains endroits (à gauche du portail ou au niveau des pompes d'irrigation) le grillage est soit facilement franchissable, soit déjà franchi.

L'eau de la MCO est prélevée par les agriculteurs locaux pour irriguer les champs environnants. Des pompes ont été installées au Sud du site à cet effet (cf. Figure 46).

Verse à stériles

La verse à stériles est recouverte de végétation (arbres, ronces...). Un chemin de randonnée passe autour de la MCO et au pied de la verse (cf. Figure 46).



Figure 45 : A- Grillage autour de la zone Nord du site et panneaux d'interdiction et d'avertissement ; B-Portail d'accès à la MCO

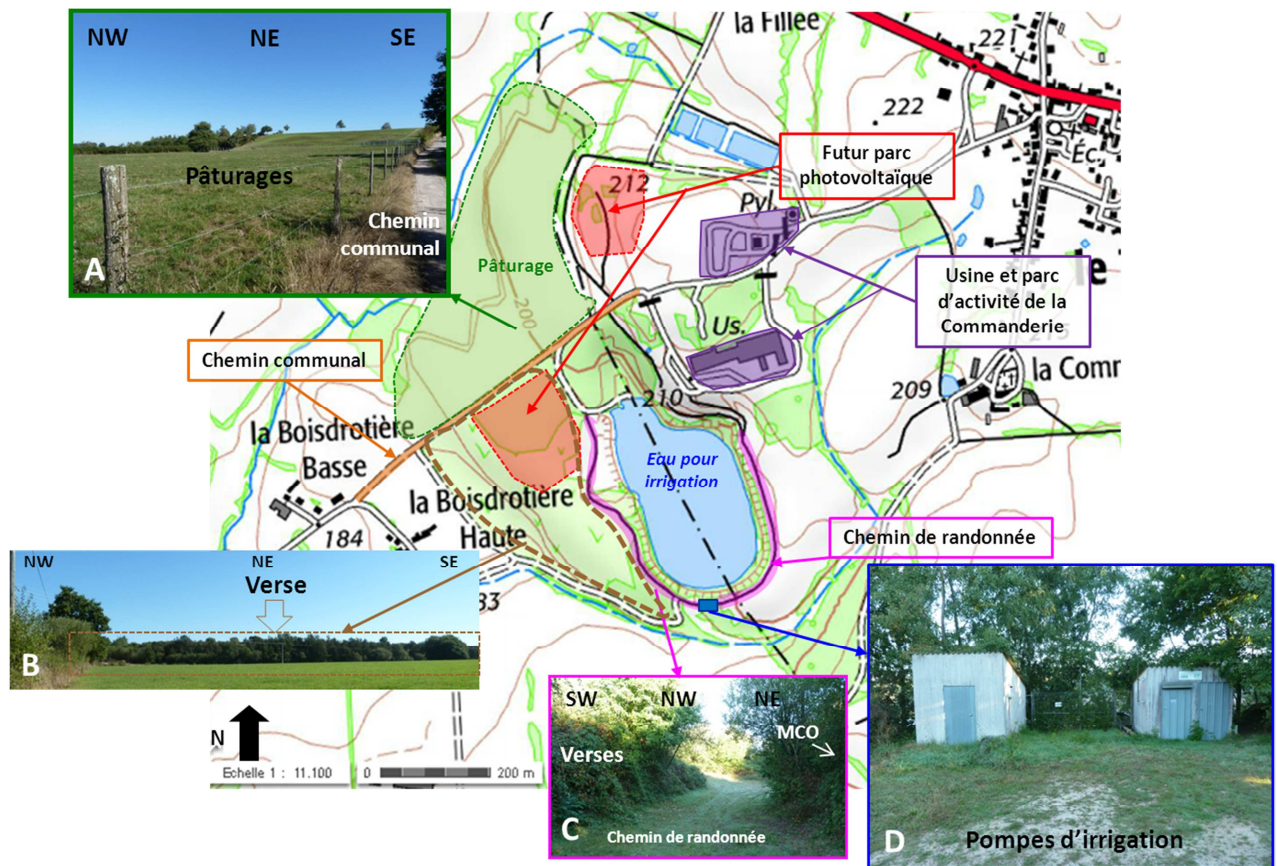


Figure 46 : Usages et états actuels du site de La Commanderie. Photographies de : A- Emprise des anciens bassins de collecte des lixivants, B- Verse à stériles, C- Chemin de randonnée, D- Pompes d'irrigation (sur fonds géoportail IGN © [4])

Installations de surface

Les parcelles correspondant aux anciens bassins de collecte des lixivants et aux aires de lixiviation sont des terrains privés et sont actuellement utilisés comme pâturages (cf. Figure 46). Un parc d'activité industriel s'est installé sur une partie du site (cf. Figure 46). Messieurs les Maires des communes du Temple et de Treize-Vents ont indiqué qu'un parc photovoltaïque de 7 hectares allait être installé sur le site de la Commanderie (cf. Figure 46 pour sa localisation).

3.2 OBSERVATIONS CONCERNANT LA SITUATION RADIOLOGIQUE

3.2.1 MESURES RADIOMETRIQUES DE SURFACE

Données AREVA Mines

Des mesures radiométriques ont été réalisées par AREVA Mines en 2012 autour de la MCO, au niveau des anciennes aires de lixiviation, de la verse à stériles et sur le reste du site (cf. Tableau 23) [2].

Tableau 23 : Résultats des mesures radiométriques effectuées par AREVA Mines en 2012 sur le site de La Commanderie [2]

Secteur	Débit d'équivalent de dose gamma [nSv.h ⁻¹]
Milieu naturel	120-150
Autour de la MCO	210-520
Anciennes aires de lixiviation	420-650 (ponctuellement 1120)
Verse à stériles	320-750
Reste du site (sur les pistes autour du site...)	190-420

Contrôles IRSN

Des mesures de débits de dose ont été effectuées par l'IRSN, à environ 50 cm au-dessus du sol, en champs proche du site et dans des zones fréquentées par le public (chemin de randonnée, chemin communal et chemin situé au Sud-Ouest de la verse à stériles ; cf. Figure 47).

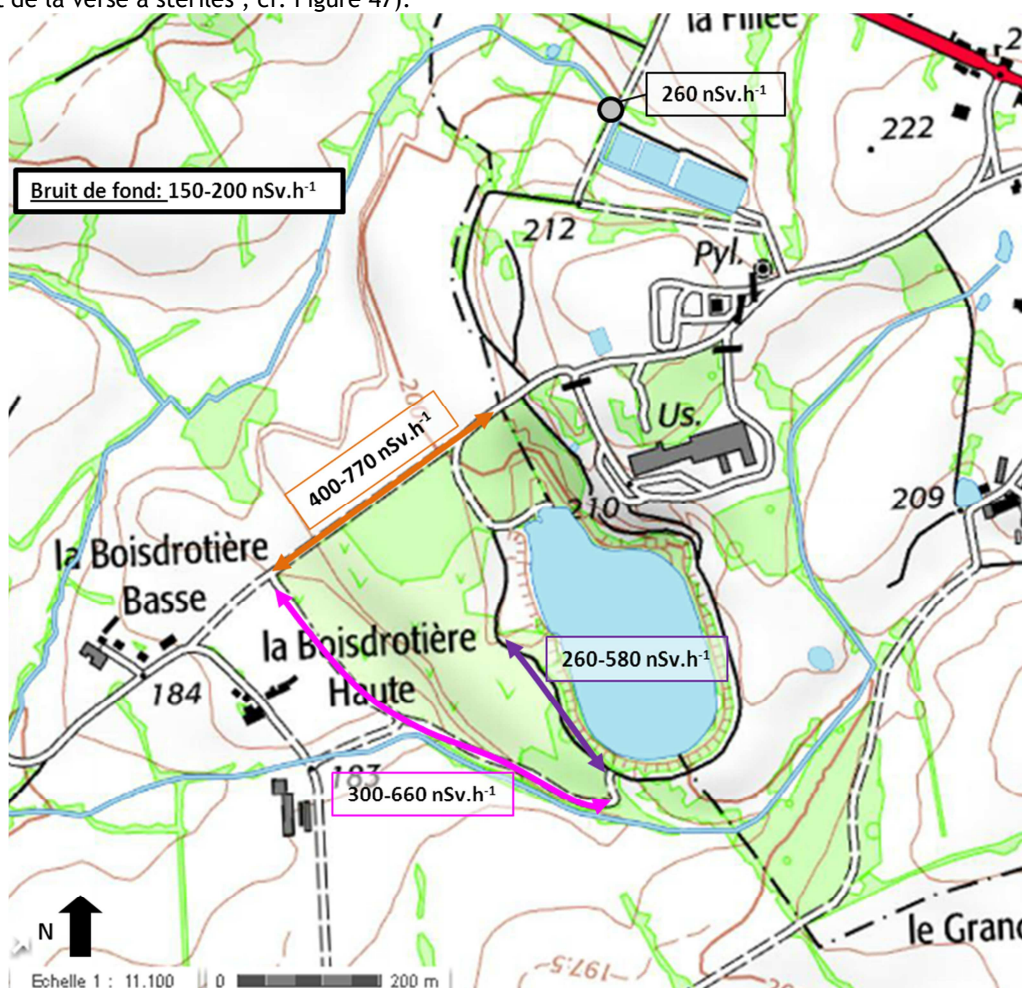


Figure 47 : Localisation et résultats des mesures radiométriques réalisées par l'IRSN autour du site de la Commanderie (sur fonds géoportail IGN © [4])

Les mesures révèlent des valeurs comprises entre une à quatre fois le bruit de fond naturel compris entre 150 et 200 nSv.h⁻¹. Ces résultats sont cohérents avec ceux obtenus par AREVA Mines autour de la MCO, au niveau de la verse à stériles et sur le « reste du site » (cf. Tableau 23).

3.2.2 ANALYSES DES EAUX SOUS INFLUENCE POTENTIELLE DU SITE

Données AREVA Mines

Dans le cadre de la surveillance réglementaire du site, AREVA Mines procède à sept prélèvements d'eau (cf. Figure 48) :

- un prélèvement dans la MCO (échantillon CDR O) ;
- un prélèvement dans le canal d'alimentation de la MCO (échantillon RUCDR O) ;
- un prélèvement de l'eau qui sert à l'irrigation des champs (échantillon CDR IR) ;
- deux prélèvements dans le ruisseau de la Boisdrotière :
 - en amont du site (échantillon RUDIG A) ;
 - en aval du site (échantillon RUDIG) ;
- deux prélèvements dans le ruisseau de la Commanderie :
 - en amont du site de la Commanderie (échantillon RUCDR A)³ ;
 - en aval du site de la Commanderie (échantillon RUCDR).

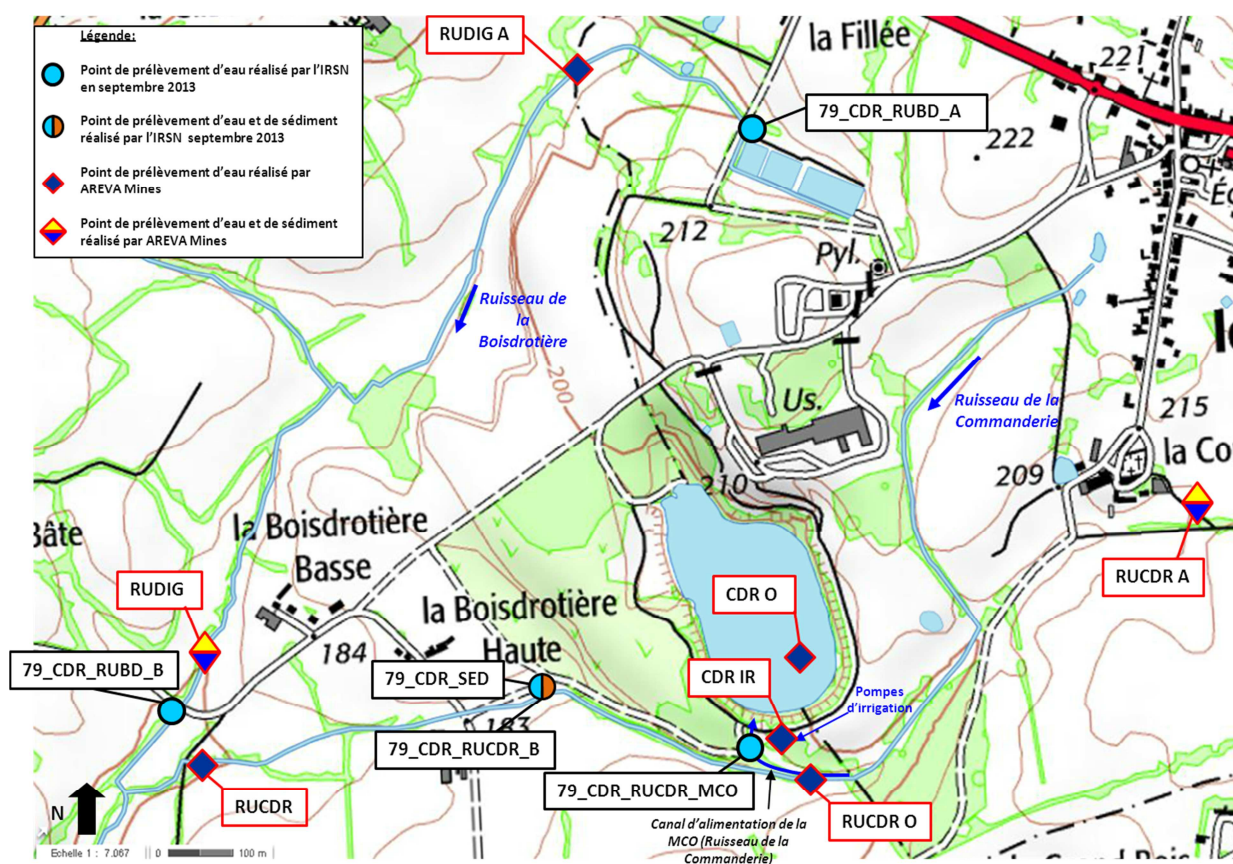


Figure 48: Localisation des points de prélèvements d'eau et de sédiment réalisés par l'IRSN et AREVA Mines [2] sur le site de La Commanderie et en champs proche (sur fonds Géoportail IGN © [4])

Les résultats des mesures physico-chimiques *in situ* et des analyses radiologiques (^{238}U et ^{226}Ra sur la fraction dissous) de ces sept échantillons sont présentés dans le Tableau 24, en valeurs moyennes pour les années 2009 à 2011 [2].

³ Pour information, le point RUCDR A sur la Figure 48 ne se trouve pas sur le ruisseau de La Commanderie car le tracé de ce ruisseau a été artificiellement modifié depuis le Bilan Environnemental [2]

Tableau 24 : Résultats des mesures de pH et des analyses radiologiques (uranium 238 dissous et radium 226 dissous) effectuées par AREVA Mines pour le site de La Commanderie (moyenne des données 2009-2011) [2]

Nom de l'échantillon	Commentaires	pH	²³⁸ U dissous [µg.L ⁻¹]	²²⁶ Ra dissous [mBq.L ⁻¹]
RUCDR A	Ruisseau de La Commanderie à l'amont du site	6,7	18	170
RUDIG A	Ruisseau de la Boisdrotière à l'amont du site	6,9	10	<50
RUCDR	Ruisseau de La Commanderie à l'aval du site	6,9	22	90
RUDIG	Ruisseau de la Boisdrotière à l'aval du site	7,0	22	83
CDR O	MCO	8,1	33	166
RUCDR O	Canal d'alimentation de la MCO	7,1	21	80
CDR IR	Eau d'irrigation	6,9	21	186

Les eaux de la MCO présentent une concentration moyenne en uranium 238 et une activité moyenne en radium 226 élevées (échantillon CDR O ; cf. Tableau 24). L'eau d'irrigation présente également un marquage en uranium et en radium 226 (échantillon CDR IR ; cf. Tableau 24).

Les valeurs relevées par AREVA Mines en amont du site, dans les ruisseaux de la Boisdrotière et de la Commanderie, sont plus élevées que celles généralement mesurées dans des eaux de surface hors influence minière et dans un contexte géologique similaire, ainsi que celles mesurées en amont des sites du Maine et Loire (cf. Annexe 2 et Tableau 24). Elles sont du même ordre de grandeur qu'en aval du site. Un marquage des ruisseaux en amont du site est vraisemblable.

Les ruisseaux de la Boisdrotière et de la Commanderie (échantillons RUDIG et RUCDR ; cf. Tableau 24) présentent en aval du site un marquage des eaux en uranium et en radium 226.

Contrôles IRSN

Lors de la mission IRSN de 2013, quatre prélèvements d'eau ont été effectués dans l'environnement proche du site de La Commanderie (cf. Figure 48, Figure 49 et Figure 50) :

- deux prélèvements dans le ruisseau de la Boisdrotière :
 - en amont du site (échantillon 79_CDR_RUBD_A);
 - en aval du site (échantillon 79_CDR_RUBD_B) ;
- un prélèvement dans le canal d'alimentation de la MCO (échantillon 79_CDR_RUCDR_MCO) ;
- un prélèvement dans le ruisseau de la Commanderie en aval du site, au droit de la verse à stériles (échantillon 79_CDR_RUCDR_B).

Les résultats des mesures physico-chimiques *in situ* et des analyses radiologiques réalisées sur la fraction totale de ces échantillons sont présentés dans le Tableau 25. Les résultats des analyses des anions et cations majeurs également réalisées sur l'échantillon 79_CDR_RUCDR_B sont présentés dans le Tableau 27.

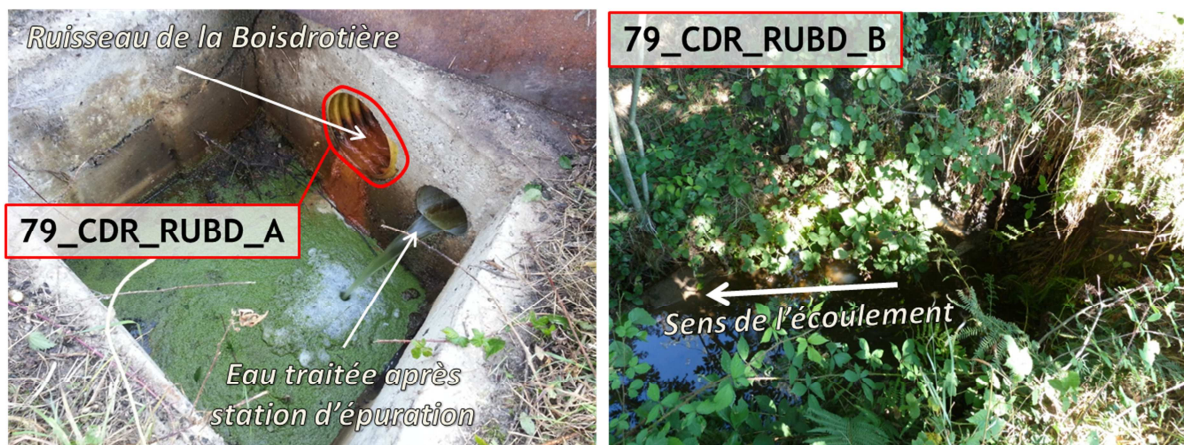


Figure 49 : Ruisseau de la Boisdroitière en amont (point d'échantillonnage 79_CDR_RUBD_A) et en aval (point d'échantillonnage 79_CDR_RUBD_B) du site de La Commanderie

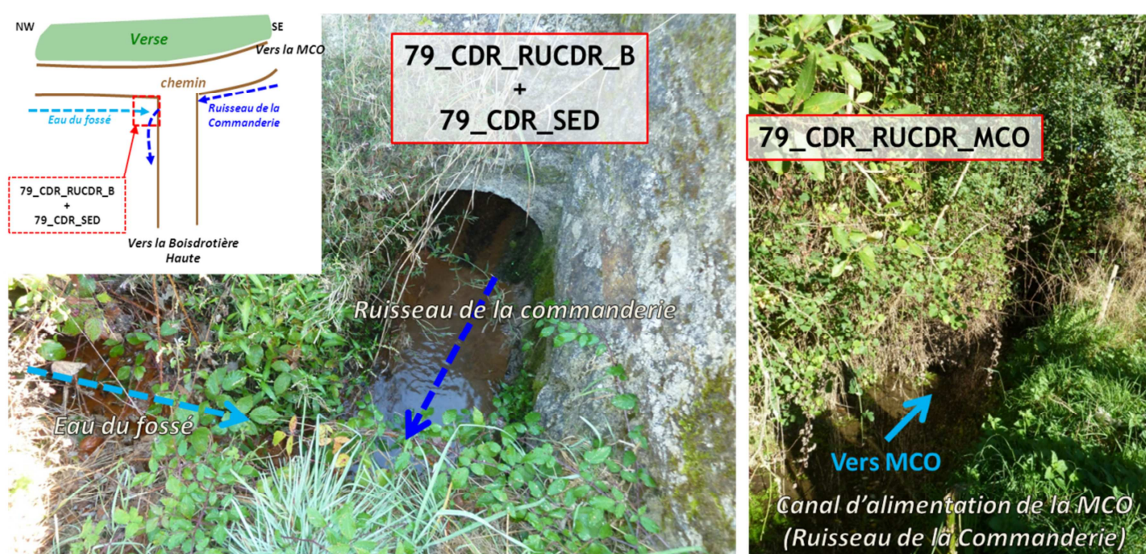


Figure 50 : Ruisseau de la Commanderie en aval du site de La Commanderie (points d'échantillonnage 79_CDR_RUCDR_B et 79_CDR_SED) et au niveau du canal d'alimentation de la MCO (point d'échantillonnage 79_CDR_RUCDR_MCO)

Tableau 25 : Résultats des mesures de pH et de conductivité et des analyses radiologiques (uranium et radium 226) effectuées par l'IRSN sur les fractions totales des eaux prélevées autour du site de La Commanderie

Nom de l'échantillon	pH	Conductivité [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	U total [$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$]	^{226}Ra total [$\text{mBq}\cdot\text{L}^{-1}$]
79_CDR_RUBD_A	6,8	202	$2,2 \pm 0,2$	<12
79_CDR_RUBD_B	6,8	334	37 ± 4	99 ± 52
79_CDR_RUCDR_MCO	7,1	188	Fraction dissoute : 86 ± 9	380 ± 90
79_CDR_RUCDR_B	6,7	179	28 ± 3	110 ± 30

Contrôles réalisés par l'ASN

Par ailleurs, des contrôles inopinés ont été effectués par l'ASN en juillet 2010 sur le site de La Commanderie, avec des prélèvements d'eau aux points AREVA Mines RUDIG A, RUCDR A, RUCDR et RUDIG (cf. Tableau 26 et Tableau 27 pour les résultats des mesures physico-chimiques, des analyses radiologiques et des analyses des anions et cations majeurs) [5].

Tableau 26 : Résultats de l'analyse des eaux prélevées lors du contrôle inopiné effectué par l'ASN en 2010 sur le site de La Commanderie [5]

Nom de l'échantillon	Commentaires	pH	U dissous [$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$]	U particulaire [$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$]	^{226}Ra dissous [$\text{mBq}\cdot\text{L}^{-1}$]	^{226}Ra particulaire [$\text{mBq}\cdot\text{L}^{-1}$]
RUDIG A	Ruisseau de la Boisdrotière à l'aval du site	6,5	6,01	1,8	27 ± 20	< 5
RUDIG	Ruisseau de la Boisdrotière à l'amont du site	7,2	17,6	6,25	42 ± 27	< 5
RUCDR A	Ruisseau de La Commanderie à l'amont du site	6,5	2,16	3,21	240 ± 40	< 5
RUCDR	Ruisseau de La Commanderie à l'aval du site	7,3	26,5	1,72	130 ± 30	< 5

Commentaires des résultats de l'IRSN et de l'ASN

Le ruisseau de la Boisdrotière :

Les mesures effectuées par l'IRSN dans le ruisseau de la Boisdrotière révèlent une concentration en uranium et une activité en radium 226 qui augmentent entre l'amont du site (échantillon 79_CDR_RUBD_A) et l'aval (échantillon 79_CDR_RUBD_B) (cf. Tableau 25). Ce marquage s'observe également avec les mesures réalisées par AREVA Mines et l'ASN (cf. Tableau 24 et Tableau 26). Cependant, les valeurs relevées par AREVA Mines et l'ASN au point amont RUDIG A sont nettement plus élevées que celles obtenues par l'IRSN pour un point plus en amont du ruisseau de la Boisdrotière (cf. Figure 48, Tableau 24, Tableau 25 et Tableau 26). En effet, celles mesurées pour le point 79_CDR_RUBD_A sont du même ordre de grandeur que celles généralement mesurées dans les eaux de surface hors influence minière et dans un contexte géologique similaire (cf. Annexe 2). Il semblerait donc que le point RUDIG A, plus en aval, soit déjà sous l'influence du site, ce qui expliquerait les valeurs plus élevées relevées.

Le ruisseau de la Commanderie :

Les mesures effectuées par l'IRSN dans le canal d'alimentation de la MCO (échantillon 79_CDR_RUCDR_MCO) et dans le ruisseau de la Commanderie au droit de la verse (échantillon 79_CDR_RUCDR_B) révèlent un marquage des eaux de ce ruisseau en uranium et en radium 226 (cf. Tableau 25). Si les mesures, à l'aval du site dans le ruisseau de la Commanderie, au point 79_CDR_RUCDR_B sont cohérentes avec celles relevées par AREVA Mines et l'ASN au

point RUCDR situé à proximité (cf. Tableau 24, Tableau 25 et Tableau 26), les valeurs en uranium et radium 226 relevées au point 79_CDR_RUCDR_MCO par l'IRSN sont beaucoup plus élevées que celles d'Areva Mines.

Les analyses par l'IRSN des anions et cations majeurs au point 79_CDR_RUCDR_B ne révèlent pas de marquage particulier, notamment par les sulfates (marqueurs du drainage minier acide), des eaux du ruisseau de la Commanderie (cf. Tableau 27). Ces dernières sont en accord avec celles réalisées plus en aval, au point RUCDR, par l'ASN en juillet 2010.

Tableau 27 : Résultats des analyses des anions et cations majeurs réalisées par l'IRSN lors de la mission de 2013 (échantillon 79_CDR_RUCDR_B) et par l'ASN lors du contrôle inopiné effectué en 2010 (échantillon RUCDR)

Nom de l'échantillon	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	Br ⁻	NO ₃ ²⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
	moyenne [mg.L ⁻¹]	moyenne [mg.L ⁻¹]	moyenne [mg.L ⁻¹]	moyenne [mg.L ⁻¹]	moyenne [mg.L ⁻¹]	moyenne [mg.L ⁻¹]	moyenne [mg.L ⁻¹]
79_CDR_RUCDR_B (données IRSN)	<0,5	26,5 ± 2,6	<0,5	0,58 ± 0,06	28,8 ± 2,9	<0,5	36,5 ± 3,7
RUCDR (données ASN)	/	22,3 ± 2,4	/	/	/	< 10	67,7 ± 8,1

Nom de l'échantillon	Li ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Sr ²⁺
	moyenne [mg.L ⁻¹]	moyenne [mg.L ⁻¹]	moyenne [mg.L ⁻¹]	moyenne [mg.L ⁻¹]	moyenne [mg.L ⁻¹]	moyenne [mg.L ⁻¹]	moyenne [mg.L ⁻¹]
79_CDR_RUCDR_B (données IRSN)	<2	23,9 ± 2,4	<2	7,1 ± 0,7	7,7 ± 0,8	26,3 ± 2,6	<2
RUCDR (données ASN)	/	14,8 ± 2,0	/	8,8 ± 0,8	5,5 ± 8,2	29,3 ± 5,6	/

3.2.3 ANALYSES DES SEDIMENTS DANS LES COURS D'EAU POTENTIELLEMENT SOUS INFLUENCE DU SITE

Données AREVA Mines

Dans le cadre de la surveillance réglementaire, AREVA Mines a procédé, entre 2009 et 2011, à des prélèvements de sédiment dans l'environnement du site, à l'amont dans le ruisseau de la Commanderie (échantillon RUCDR A) et à l'aval dans le ruisseau de la Boisdrotière (échantillon RUDIG) (cf. Figure 48). Les résultats des analyses radiologiques réalisées sur ces échantillons sont présentés dans le Tableau 28.

Tableau 28 : Résultats des analyses radiologiques (^{238}U , ^{226}Ra et ^{210}Pb) effectuées par AREVA Mines sur les sédiments prélevés dans l'environnement proche du site de La Commanderie (moyenne 2009-2011) [2]

Nom de l'échantillon	Activité [Bq.(kg m.s.) ⁻¹]		
	^{238}U	^{226}Ra	^{210}Pb
RUCDR A	600	516	226
RUDIG	600	208	120

Avec : m.s. = masse sèche

Les résultats des mesures AREVA Mines sur les sédiments prélevés autour du site de La Commanderie ne montrent pas de différence entre les points amont (RUCDR A) et aval (RUDIG). Cependant, les valeurs présentées par AREVA Mines sont supérieures à celles mesurées dans les échantillons prélevés en amont des sites du Maine et Loire et des Deux Sèvres (cf. Annexe 2).

Contrôles IRSN

L'IRSN a procédé à un prélèvement de sédiment au niveau du ruisseau de la Commanderie, en aval du site (échantillon 79_CDR_SED ; cf. Figure 48 et Figure 50). Les résultats de l'analyse de la composition radiologique par spectrométrie gamma du sédiment sont présentés dans le Tableau 29.

Tableau 29 : Résultats de l'analyse par spectrométrie gamma réalisée par l'IRSN sur les sédiments prélevés dans le ruisseau de la Commanderie en aval du site

Nom de l'échantillon	Activité [Bq.(kg m.s.) ⁻¹]						
	$^{234\text{m}}\text{Pa}$	^{214}Pb	^{214}Bi	^{210}Pb	^{235}U	^{40}K	^{137}Cs
79_CDR_SED	9200 ± 1000	2210 ± 200	2020 ± 170	580 ± 70	396 ± 49	1330 ± 130	< 7

Avec m.s. = masse sèche

L'activité massique de ^{238}U peut être assimilée à celle du $^{234\text{m}}\text{Pa}$ soit 9200 ± 1000 Bq.(kg m.s.)⁻¹. Celle du ^{226}Ra peut être assimilée à celle du ^{214}Pb soit 2210 ± 200 Bq.(kg m.s.)⁻¹. Les résultats montrent des activités massiques en ^{238}U et ^{226}Ra supérieures à celles observées dans le milieu naturel hors influence minière (cf. Annexe 2). De plus, on remarque un fort déséquilibre entre ^{238}U et le ^{226}Ra , en faveur de ^{238}U (rapport $^{238}\text{U}/^{226}\text{Ra} = 4$).

Lors du contrôle inopiné effectué par l'ASN en juillet 2010 sur le site de La Commanderie, des sédiments ont été prélevés aux points AREVA Mines RUDIG A, RUCDR A, RUCDR O, RUCDR, RUDIG (cf. Tableau 30 pour les résultats d'analyses) [5].

Tableau 30 : Résultats des analyses radiologiques réalisées sur les sédiments prélevés lors du contrôle inopiné effectué par l'ASN en 2010 sur le site de La Commanderie [5]

Nom de l'échantillon	Commentaires	Activité [Bq.(kg m.s.) ⁻¹]		
		²³⁴ Th	²²⁶ Ra	²¹⁰ Pb
RUDIG A	Ruisseau de la Boisdrotière à l'aval du site	790 ± 360	320 ± 30	230 ± 30
RUDIG	Ruisseau de la Boisdrotière à l'amont du site	1400 ± 600	260 ± 30	210 ± 30
RUCDR A	Ruisseau de La Commanderie à l'amont du site	1000 ± 500	220 ± 20	200 ± 30
RUCDR O	Canal d'alimentation de la MCO	1800 ± 800	490 ± 50	400 ± 50
RUCDR	Ruisseau de la Commanderie à l'aval du site	150 ± 70	100 ± 10	120 ± 20

Avec : m.s. = masse sèche

Vis-à-vis des données fournies par l'ASN, l'activité massique de l'²³⁸U peut être assimilée à celle du ²³⁴Th. Hormis pour le point RUCDR, on peut observer des activités massiques en ²³⁸U supérieures à celles mesurées dans le milieu naturel hors influence minière (cf. Annexe 2). On note toutefois que le marquage observé en ²³⁸U est moins important que celui mesuré par l'IRSN sur l'échantillon 79_CDR_SED (cf. Tableau 29).