

Contrôles de second niveau effectués sur les anciens sites miniers de la Nièvre

RT/PRP-DGE/2012-008

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	6
2 METHODE	7
3 MATERIEL, TECHNIQUES DE MESURES ET CONDITIONS METEOROLOGIQUES AU COURS DE LA MISSION	7
4 ENSEIGNEMENTS TIRES DE L'ANALYSE DOCUMENTAIRE (ETAPE 1)	9
4.1 GENERALITES SUR LES SITES DU BDF NIEVRE	9
4.2 NATURE DES TRAVAUX D'EXPLOITATION ET PRODUCTIONS ASSOCIEES	11
4.3 SITUATIONS RELATIVES AU TRAITEMENT DES EAUX	13
4.4 ELEMENTS RETENUS POUR LA SELECTION DES SITES A VISITER	14
5 ENSEIGNEMENTS TIRES DES VISITES DE TERRAIN (ETAPE 2)	15
5.1 SITUATION DES SITES ET IMPACT DE CEUX-CI SUR LES EAUX ET SEDIMENTS EN CHAMP PROCHE ...	16
5.1.1 Sites sur la commune de Saint-Hilaire en Morvan : champigny et les chaumottes	16
5.1.2 Site sur la commune de Châtin : Courmont.....	18
5.1.3 Sites sur la commune de Dun-sur-Grandry: Grandry et Vaussegré.....	18
5.1.4 Sites sur la commune de Dommartin : L'Huis-Jacques et Outeloup.....	20
5.2 SYNTHESE DE L'IMPACT DES ANCIENS SITES DE LA NIEVRE SUR LES RIVIERES LE VEYNON ET LE GARAT EN CHAMP ELOIGNE	22
6 CONCLUSIONS.....	24
ANNEXES	27

Liste des figures

Figure 1 : Pluviométrie journalière (mm) enregistrée à la station de Dijon en juillet 2011	8
Figure 2 : Carte de localisation des anciens sites miniers de la Nièvre extraite de l'Inventaire National des Sites Miniers d'Uranium réalisé en 2007 dans le cadre du programme MIMAUSA (IRSN, 2007a)	9
Figure 3 a et b : Répartition des 7 sites de la Nièvre sur les bassins versants du Veynon et du Garat (b. d'après BDF Nièvre [3]).....	10
Figure 4 : Surface (hectares) des anciens sites miniers d'uranium de la Nièvre (d'après données BDF Nièvre [3])	11
Figure 5 : Tonnage d'uranium métal produit sur les anciens sites miniers d'uranium de la Nièvre (d'après données BDF Nièvre [3]).....	12
Figure 6 : Tonnage de minerai produit sur les anciens sites miniers d'uranium de la Nièvre (d'après données BDF Nièvre [3]).....	12
Figure 7 : Tonnage de stériles produits sur les anciens sites miniers d'uranium de la Nièvre (d'après données BDF Nièvre [3]).....	13
Figure 8 : Localisation des prélèvements d'eau réalisés par l'IRSN dans la rivière Le Veynon, en champ éloigné des sites situés dans la Nièvre.....	23
Figure 9 : Localisation des prélèvements d'eau réalisés par l'IRSN dans la rivière Le Garat, en champ éloigné des sites de la Nièvre.	23

Liste des tableaux

Tableau 1a : Nature des travaux d'exploitation minière, tonnage d'uranium et de stériles produits fournis dans le BDF d'Areva et comparaison avec les données de la base MIMAUSA	11
Tableau 1b : Tonnage de minerai produit et teneur moyenne en uranium du minerai fournis dans le BDF d'Areva et comparaison avec les données de la base MIMAUSA (mise à jour de 2007)	12
Tableau 2 : Situation concernant le traitement des eaux sur les sept sites de la Nièvre	13
Tableau 3 : Résultats des analyses effectuées sur les eaux prélevées dans les rivières Le Veynon et Le Garat en champ éloigné des sites du département de la Nièvre	24

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) et Areva, 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 public 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 définissant quatre axes de gestion des anciennes mines [1] :

- (1) Contrôler les anciens sites miniers,
- (2) Améliorer la connaissance de l'impact environnemental et sanitaire des anciennes mines d'uranium et la surveillance,
- (3) Gérer les stériles (mieux connaître leurs utilisations et réduire les impacts si nécessaire),
- (4) Renforcer l'information et la concertation.

Ce plan d'action prévoit notamment la réalisation par Areva, pour chaque département concerné, de bilans de fonctionnement (BDF) 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 BDF produits par Areva (mesures sur certains des points contrôlés par Areva et des points complémentaires) ;
- Faire connaître le programme MIMAUSA en établissant des contacts 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 par les contrôles.

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 leurs abords, des prélèvements et des analyses en laboratoire sur des échantillons d'eaux de surface et de sols potentiellement impactés par l'exploitation minière. Les contrôles n'ont pas vocation à dupliquer de manière systématique les mesures effectuées par Areva, ni à s'y substituer.

Le présent document rapporte les principales observations faites au cours des contrôles de second niveau réalisés dans le département de la Nièvre en juillet 2011, les enseignements tirés par l'IRSN en matière de qualité du réaménagement, d'impact et de besoins éventuels de caractérisation complémentaires (cf. § 4 et § 5). Des fiches descriptives de la situation de chaque site visité, incluant les résultats des mesures réalisées dans le cadre de la mission, sont fournies dans les annexes 2 à 8.

¹ MIMAUSA : Mémoire et Impact des Mines d'urAniUm : Synthèse et Archives. Ce programme 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.

2 METHODE

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

Etape 1 : analyse des données disponibles

Les sources de données sont essentiellement le Bilan de fonctionnement d'Areva de 2010 et ses annexes (cartes IGN, cadastres, fiches de site et photographies des sites), les informations recensées dans la base de données MIMAUSA et le Géoportail. Divers autres documents relatifs au suivi administratif et réglementaire des sites et de leur environnement peuvent également être exploités. Aucun document complémentaire n'a pu être exploité pour la Nièvre.

Cette première étape a permis une mise à niveau des connaissances sur les sites considérés dans le BDF Nièvre et la mise à jour d'un certain nombre de données et informations de la base de données MIMAUSA dans sa version de 2007.

Etape 2 : visites de terrain.

Tous les sites de la Nièvre ont fait l'objet d'une visite de terrain dans le cadre des contrôles de second niveau.

L'objectif des visites de terrain est d'effectuer des mesures radiométriques (mesures de débit de dose) et des prélèvements d'eau, de sols et de sédiments sur les sites considérés et aux alentours de ceux-ci. L'objectif est également d'établir des contacts locaux et notamment des contacts avec les Maires des communes concernées par les anciens sites miniers d'uranium.

La mission de terrain dans la Nièvre s'est déroulée du 19 au 21 juillet 2011 après information notamment de la DREAL Bourgogne, de la Division de Dijon de l'ASN et d'Areva. Un représentant de l'ASN Dijon a accompagné l'IRSN pendant la visite du site Les Chaumottes le 20 juillet.

3 MATERIEL, TECHNIQUES DE MESURES ET CONDITIONS METEOROLOGIQUES AU COURS DE LA MISSION

Les mesures radiométriques ont été réalisées à l'aide d'une sonde bas flux, à environ 50 cm du sol de manière systématique et plus ponctuellement au contact. Ce balayage radiométrique a généralement permis de localiser rapidement les zones ayant fait l'objet d'une exploitation ou potentiellement impactées par la réutilisation de matériaux radioactifs issus de l'ancienne mine.

L'appareil de mesure de débit de dose utilisé est une sonde gamma et X très bas flux de type 6150 AD-b (SAPHYMO) couplée à un radiamètre 6150 AD5. La gamme de mesure de cet appareil est comprise entre 5 nSv.h⁻¹ et 100 µSv.h⁻¹ avec une gamme d'énergie de 23 KeV à 7 MeV.

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 échantillons d'eaux prélevés ont fait l'objet de mesures *in situ* de pH, de conductivité et de température, au moyen d'une sonde Multiline P3 pH/LF (WTW) comprenant une électrode combinée de pH à sonde de température intégrée (Sentix 41) et une cellule de conductivité standard (TetraCon® 325). Des mesures d'alcalinité ont également été réalisées à l'aide du kit de test de modèle AL-AP, de marque HACH dont la gamme de validité se situe entre 5 et 400 mg CaCO₃.l⁻¹.

Les analyses en radium 226 des échantillons d'eaux, sur la fraction dissoute et particulaire, ont été effectuées en laboratoire par émanométrie du radon (Norme NF M60-803).

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

Au laboratoire, les échantillons de solides (sédiments, sols) ont subi 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.

Au cours de la mission, le temps était variable avec quelques épisodes pluvieux. Le temps était particulièrement sec la semaine précédant la visite de terrain comme le montre la Figure 1 qui retrace la pluviométrie journalière enregistrée à la station de Dijon.

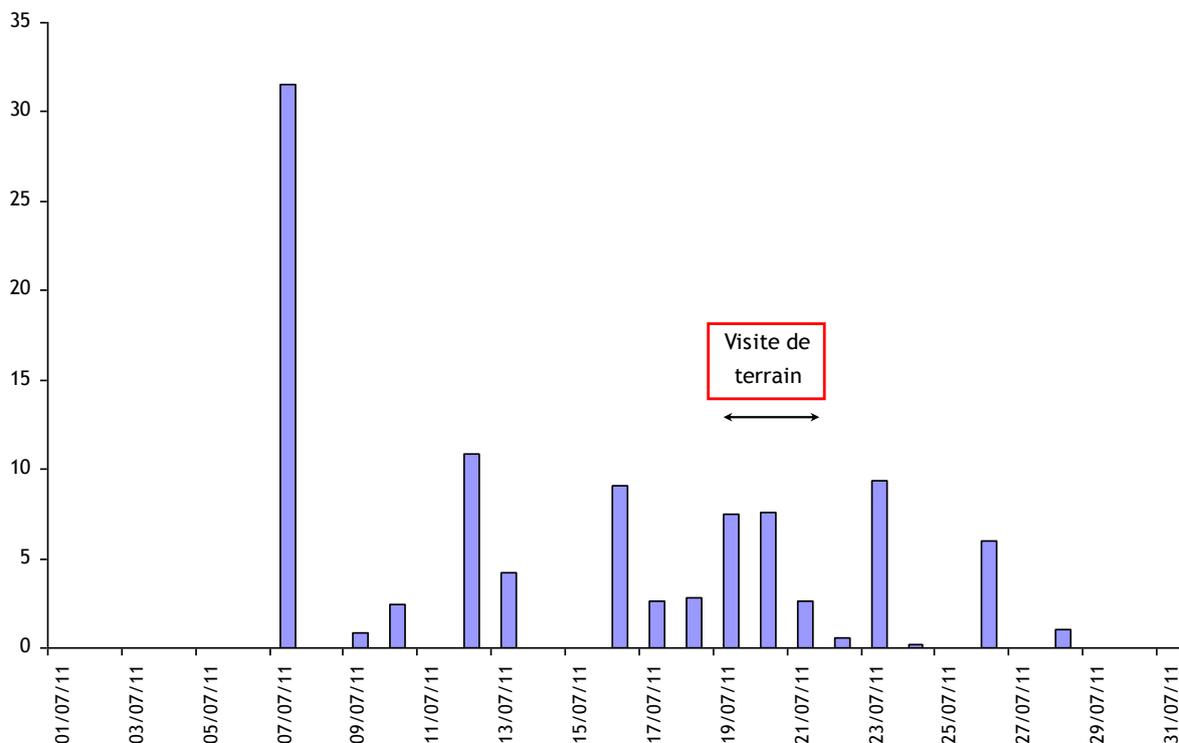


Figure 1 : Pluviométrie journalière (mm) enregistrée à la station de Dijon en juillet 2011

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

4.1 GENERALITES SUR LES SITES DU BDF NIEVRE

Le BDF Nièvre [3] répertorie 7 anciens sites miniers d'uranium, également inventoriés dans la base de données MIMAUSA [2] (Figure 2).



Figure 2 : Carte de localisation des anciens sites miniers de la Nièvre extraite de l'Inventaire National des Sites Miniers d'Uranium réalisé en 2007 dans le cadre du programme MIMAUSA (IRSN, 2007a)

Ces sites sont répartis sur 2 bassins versants, celui du Veynon et celui du Garat. :

- Les sites Vaussegré, Grandry, L'Huis-Jacques, Outeloup, Courmont et Champigny sont drainés par la rivière Le Veynon ;
- Le site Les Chaumottes est drainé par les rivières Le Garat et Le Veynon.

Ces deux rivières rejoignent L'Aron au Sud-ouest (Figure 3).

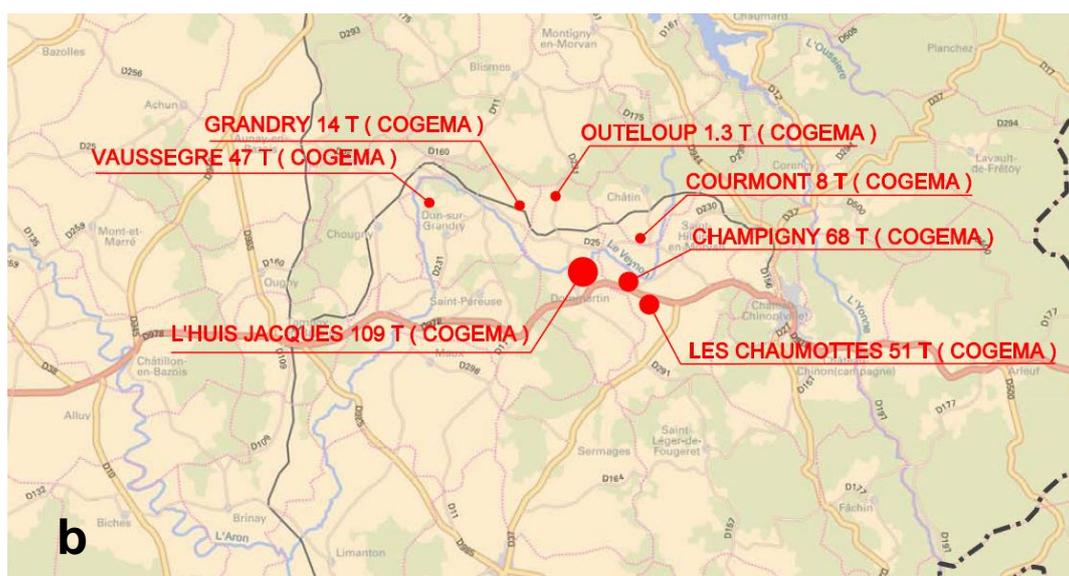
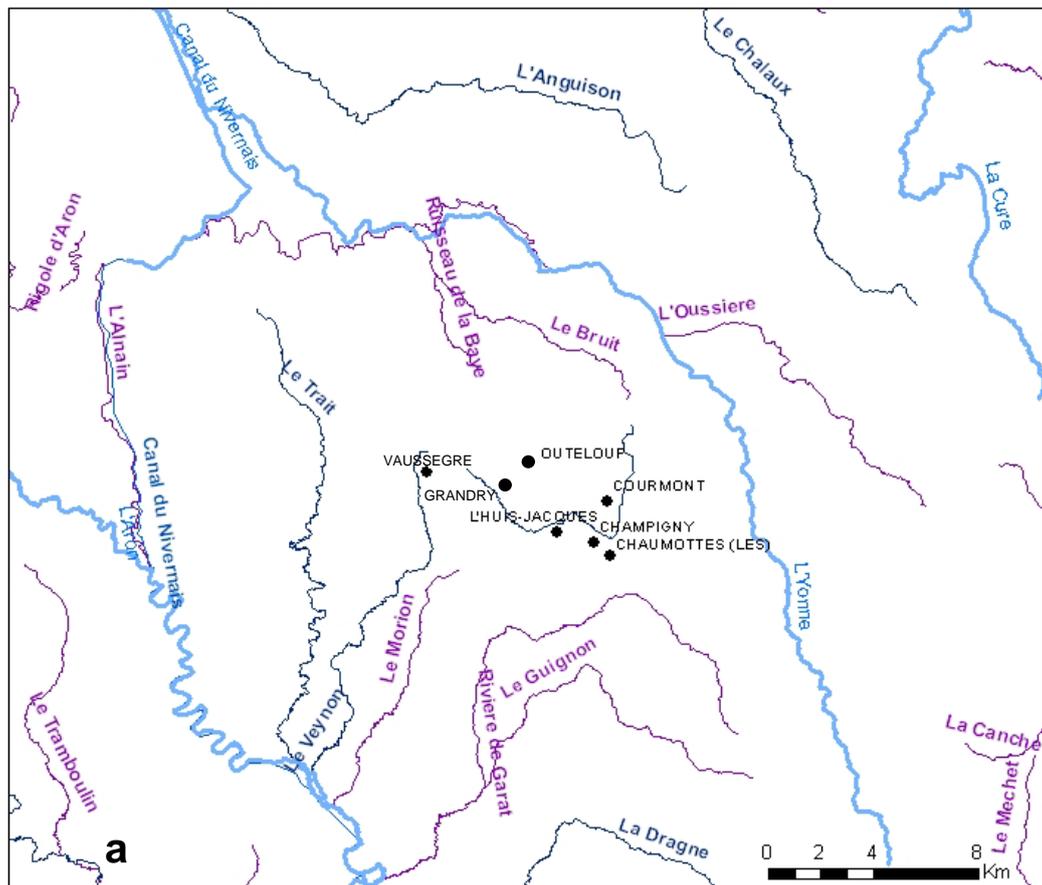


Figure 3 a et b : Répartition des 7 sites de la Nièvre sur les bassins versants du Veynon et du Garat (b. d'après BDF Nièvre [3])

Les anciens sites miniers présentent des surfaces relativement petites variant entre moins de 1 hectare (Outeloup) et un peu moins de 10 hectares (Vaussegré) (Figure 4).

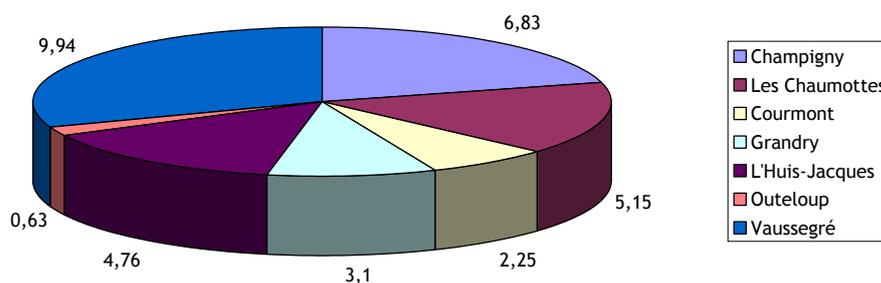


Figure 4 : Surface (hectares) des anciens sites miniers d'uranium de la Nièvre (d'après données BDF Nièvre [3])

4.2 NATURE DES TRAVAUX D'EXPLOITATION ET PRODUCTIONS ASSOCIEES

Les Tableau 1a et 1b présentent les informations contenues dans le BDF Areva de 2010 [3] concernant le type d'exploitation (Travaux Miniers Souterrains (TMS), Mine à Ciel Ouvert (MCO), Travaux de Reconnaissance par Petits Chantiers (TRPC), travaux de recherche (TR)), le tonnage d'uranium, de stériles et de minerai produits ainsi que la teneur moyenne en uranium du minerai et les compare aux informations mentionnées dans la base de données MIMAUSA (mise à jour de 2007 [2]). Ce tableau permet de mettre en lumière les principaux écarts (cellules colorées) qui feront l'objet d'une mise à jour dans la base de données MIMAUSA.

Tableau 1a : Nature des travaux d'exploitation minière, tonnage d'uranium et de stériles produits fournis dans le BDF d'Areva et comparaison avec les données de la base MIMAUSA (mise à jour de 2007)

Sites	Nature des travaux		Tonnes d'U produit		Tonnes de stériles produits	
	BDF	MIMAUSA	BDF	MIMAUSA	BDF*	MIMAUSA
Champigny	MCO	MCO	68,464	68,464	524187	524000
Les Chaumottes	MCO	MCO	51,214	51	156014	156000
Courmont	MCO	MCO	7,904	7,904	81849	81000
Grandry	MCO	MCO	14,185	14,185	96252	96000
L'Huis-Jacques	MCO TMS	MCO + TRPC	109,378 (96,29 MCO et 13,088 TMS)	109	325101 (303878 MCO et 21223 TMS)	334000
Outeloup	TMS	TMS + MCO	1,36	1,36	5190	Non renseigné
Vaussegré	MCO	2 MCO : la 2 ^{nde} est une extension de la 1 ^{ère}	46,882	46,88	536295	536000

* : tonnages calculés par soustraction de la masse de minerai et pseudo-minerai à la masse totale de matériaux bruts extraits (d'après fiches de site, BDF, Areva, 2010)

Tableau 1b : Tonnage de minerai produit et teneur moyenne en uranium du minerai fournis dans le BDF d'Areva et comparaison avec les données de la base MIMAUSA (mise à jour de 2007)

Sites	Tonnes de minerai produit		Teneur moyenne en U du minerai (‰)	
	BDF	MIMAUSA	BDF	MIMAUSA
Champigny	19661	19661	3,48	3,48
Les Chaumottes	18586	18586	2,76	2,76
Courmont	3113	3113	2,55	2,54
Grandry	6636	6636	2,14	2,14
L'Huis-Jacques	37700 (32473 MCO et 5227 TMS)	37700	2,9 (2,97 MCO et 2,50 TMS)	2,50 à 2,97
Outeloup	1410	1410	1	1
Vaussegré	18565	19978	2,53	1,44 à 2,82

D'après le BDF Areva, les anciens sites miniers de la Nièvre ont produit 105671 tonnes de minerai (Figure 6) et 299 tonnes d'uranium au total. L'essentiel de la production d'uranium (~ 93%) provient de 4 sites : L'Huis-Jacques (37 %), Champigny (23 %), Les Chaumottes (17 %) et Vaussegré (16 %) (Figure 5).

Pour ce qui concerne la quantité de stériles extraits, 1724 milliers de tonnes ont été comptabilisés au total par Areva (Figure 7) dont plus de la moitié provient des sites Champigny et Vaussegré. Tous les anciens sites miniers ont une verse à stériles excepté le site Outeloup.

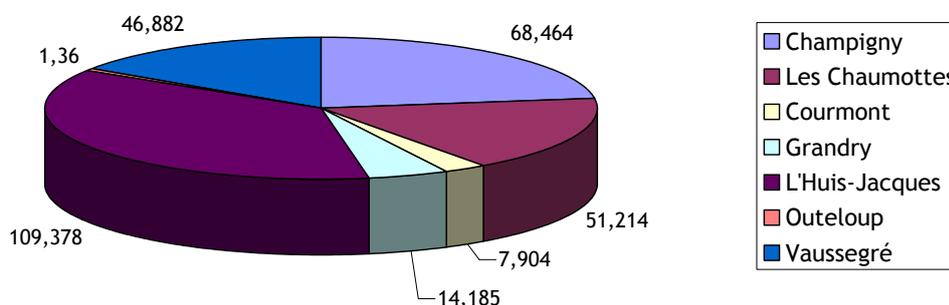


Figure 5 : Tonnage d'uranium métal produit sur les anciens sites miniers d'uranium de la Nièvre (d'après données BDF Nièvre [3])

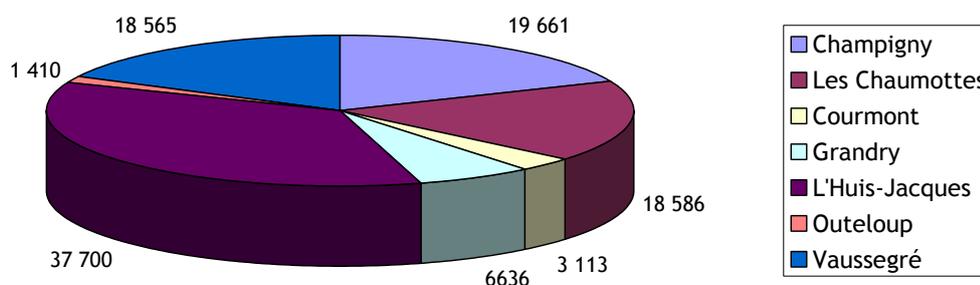


Figure 6 : Tonnage de minerai produit sur les anciens sites miniers d'uranium de la Nièvre (d'après données BDF Nièvre [3])

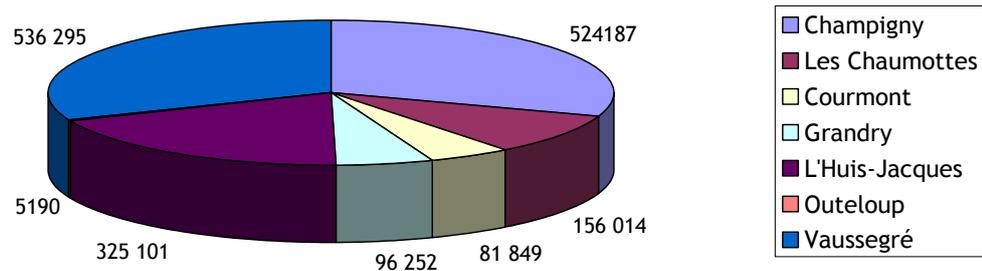


Figure 7 : Tonnage de stériles produits sur les anciens sites miniers d'uranium de la Nièvre (d'après données BDF Nièvre [3])

4.3 SITUATIONS RELATIVES AU TRAITEMENT DES EAUX

Le Tableau 1 présente les informations contenues dans le BDF Areva de 2010 concernant le traitement des eaux, et en particulier le recensement des stations et leur état de fonctionnement actuel. Ce tableau permet de mettre en lumière les informations (cellules colorées) qui feront l'objet d'une mise à jour dans la base de données MIMAUSA [2].

Tableau 2 : Situation concernant le traitement des eaux sur les sept sites de la Nièvre

Sites	STE en fonctionnement	
	BDF	MIMAUSA
Champigny	NON (3 anciens bassins de décantation encore visibles)	NON (aucun bassin de décantation sur site)
Les Chaumottes	NON	NON (bassin(s) de décantation présent(s))
Courmont	NON	NON
Grandry	NON	NON
L'Huis-Jacques	NON	NON
Outeloup	NON	NON
Vaussegré	NON	NON

Sur les sept sites d'intérêt, aucun ne dispose d'une station de traitement en fonctionnement.

Principaux enseignements tirés de l'analyse du BDF en ce qui concerne l'exploitation des sites

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

- le tonnage de stériles et de minerai produits et la teneur en uranium du minerai. Les écarts observés concernent les sites Vaussegré, Outeloup et l'Huis Jacques ; ils restent cependant mineurs ;
- le traitement des eaux. Une erreur dans la base de données MIMAUSA a été mise en évidence pour le site Les Chaumottes : celle-ci, contrairement au BDF, mentionne l'existence d'un ou plusieurs ancien(s) bassin(s) de décantation. En revanche, la base ne recense pas les trois anciens bassins de décantation encore visibles sur le site Champigny.

4.4 ELEMENTS RETENUS POUR LA SELECTION DES SITES A VISITER

Parmi les critères retenus pour sélectionner les sites à visiter, certains sont apparus comme décisifs lors de l'analyse des données disponibles. Il s'agit essentiellement des critères d'usage, de niveaux radiométriques (exposition externe) et/ou radiologiques (radioactivité des eaux, des solides) ou d'une combinaison des deux.

Dans certains cas, les données présentées par Areva dans le BDF n'apparaissent pas pleinement suffisantes pour caractériser l'incidence du site. Ainsi, dans la plupart des cas, les résultats des mesures faites par Areva dans les eaux se limitent à la fraction dissoute et ne permettent donc pas d'évaluer la radioactivité totale présente. Les contrôles de second niveau n'ayant pas vocation à compléter systématiquement les données de caractérisation des sites, ni à se substituer à Areva pour les actions qui lui incombent, ce besoin d'investigation complémentaire n'a pas été retenu pour sélectionner les sites à visiter.

Pour rappel, les deux sites de stockage de résidus Bauzot et Gueugnon, qui font l'objet d'un suivi plus étroit de la part des DREAL, ne sont pas couverts par les contrôles.

Sites retenus essentiellement sur la base de la combinaison des critères d'usage et d'existence d'anomalies radioactives

Le critère d'usage a été considéré comme décisif dans tous les cas d'anciens sites où les eaux provenant des travaux miniers pourraient être réutilisées. Les sites concernés sont ceux disposant d'une MCO ou d'un bassin en eau (sites Champigny, Les Chaumottes, Courmont, Grandry, L'Huis-Jacques).

En outre, pour ces sites, des anomalies radioactives ont été relevées par Areva : anomalies radiométriques sur l'ancienne aire de stockage du minerai et matériaux marqués dans l'ancien bassin de décantation sur le site Champigny, anomalies radiométriques sur l'ancienne aire de stockage du minerai et aux abords d'une mare privée pour le site Les Chaumottes, anomalies radiométriques sur la verse à stériles du site Courmont, anomalies radiométriques sur l'ancienne aire de stockage du minerai du site Grandry, anomalies radiométriques sur le chemin d'accès autour de la mine à ciel ouvert et sur l'ancienne aire de stockage du minerai du site L'Huis-Jacques.

Par ailleurs pour le site **L'Huis-Jacques**, deux autres critères ont été décisifs dans la sélection de ce site : une maison habitée est localisée à environ 2 m en bordure du parement Sud de la MCO en eau et des travaux de réaménagements de la MCO en eau sont en cours de réalisation par Areva.

Le critère lié à l'usage des terrains a également été considéré comme décisif dans le cas du site **Vaussegré** sur lequel un stand de tir situé au fond de l'ancienne mine à ciel ouvert, sur la partie remblayée, est fréquenté par une association locale. En outre, sur ce site, des anomalies radiométriques ont été relevées par Areva sur l'ancienne aire de stockage du minerai et au fond de la mine à ciel ouvert à proximité du stand de tir.

Le site **Outeloup** a également été retenu compte-tenu que des anomalies radiométriques ont été relevées par Areva au niveau de l'ancien carreau de la mine qui est actuellement utilisé pour l'entreposage de machines agricoles, de bois ou de matériaux et où un hangar a été aménagé.

Sept sites ont donc été retenus pour les contrôles de second niveau de l'IRSN.

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 2 à 8. 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, 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 BDF et s'attachent à décrire les enjeux associés à chaque site et à leur environnement, à partir de la connaissance des usages et des niveaux de radioactivité mesurés dans les principaux compartiments de l'environnement à savoir : l'eau, les sédiments et les sols. Dans cette optique, 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 ci-après.

Bruit de fond radiologique

Les débits de dose mesurés à environ 50 cm du sol, dans l'environnement naturel des sites de Nièvre visités, sont compris entre 100 et 300 nSv.h⁻¹.

Les concentrations en uranium et les activités en radium 226 généralement mesurées pour des eaux de surface en milieu naturel, dans des contextes géologiques similaires à ceux de la région Bourgogne, sont respectivement de l'ordre de 1 µg.l⁻¹ et de quelques dizaines de mBq.l⁻¹ [4] [7] [6].

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 pour ses sites de la Division Minière de la Crouzille en Haute-Vienne [7], complété par les résultats de mesures de l'IRSN réalisées dans la région Limousin dans le cadre des contrôles de second niveau [4] [5] [6], à savoir 500 Bq.kg⁻¹ sec pour chacun des radionucléides de la chaîne de l'uranium 238.

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

5.1.1 SITES SUR LA COMMUNE DE SAINT-HILAIRE EN MORVAN : CHAMPIGNY ET LES CHAUMOTTES

5.1.1.1 Champigny

Pour plus de détail, voir annexe 2

Descriptif du site et des usages

L'ancien site minier Champigny se situe sur un terrain privé. Les vestiges de l'exploitation minière sont une MCO en eau grillagée, une verse et trois anciens bassins de décantation. L'entrée du site est matérialisée par un portail franchissable et le site est ceinturé par un grillage en fils barbelés. La fosse en eau est très difficilement accessible du fait d'une végétation dense (bois, ronces, friche). Aucun panneau n'a été vu indiquant l'existence d'un danger lié à l'excavation. Le site semble en friche.

Aucune surverse de la MCO n'existe sur le site. Les anciens bassins de décantation sont alimentés par un fossé longeant la verse au Nord-ouest. Le rejet de ces bassins s'effectue directement dans la rivière Le Veynon au Nord du site.

Il n'existe aucun usage particulier du site.

Observations concernant la situation radiométrique et radiologique

Les débits de dose mesurés par l'IRSN sur le site sont dans la gamme de valeurs du bruit de fond. Des valeurs singulières ont néanmoins été mesurées sur l'ancienne aire de stockage du minerai et la verse à stériles, où les débits de dose varient entre 431 et 2880 nSv/h. Les débits de dose atteignent donc localement environ 10 fois le bruit de fond naturel.

Les activités massiques mesurées dans l'échantillon prélevé dans l'ancien bassin de décantation confirment l'ordre de grandeur de celles mesurées par Areva et indiquent un marquage des sédiments en uranium 238 et surtout en radium 226 dans ce bassin ($910 \pm 210 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$ pour l'uranium 238 et $2350 \pm 300 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$ pour le radium 226). Ces valeurs montrent un déséquilibre entre l'uranium 238 et le radium 226 avec un rapport $^{226}\text{Ra}/^{238}\text{U}$ de $2,6 \pm 1,4$. Les teneurs en uranium et radium 226 de l'eau sont quant à elles équivalentes à celles du milieu naturel.

Les concentrations en uranium et en radium 226 mesurées dans la rivière Le Veynon en aval du site sont de l'ordre de grandeur des valeurs généralement mesurées dans des eaux de surface dans l'environnement naturel en contexte géologique similaire. Ces concentrations confirment les valeurs mesurées par Areva et indiquent l'absence d'impact du site sur ce ruisseau.

Les teneurs en radioéléments des sédiments prélevés dans l'étang situé en aval et à l'Ouest du site, indiquent des concentrations de l'ordre de celles généralement mesurées dans le milieu naturel hors influence.

Principaux enjeux identifiés

Il n'y a pas d'enjeu particulier en termes d'exposition radiologique de personnes sur et en champ proche de l'ancien site Champigny, compte-tenu notamment de l'absence d'usage de ce site.

L'enjeu associé à ce site est lié au devenir des sédiments des anciens bassins de décantation en cas du curage, étant donné les niveaux d'activité mesurés pour l'uranium et le radium 226. Une gestion spécifique devrait être mise en place, si nécessaire, prenant en compte les caractéristiques radiologiques de ces sédiments.

5.1.1.2 Les Chaumottes

Pour plus de détail, voir annexe 3

Descriptif du site et des usages

L'ancien site minier Les Chaumottes se situe sur une propriété privée. Les vestiges de l'exploitation minière sont une MCO en eau et une verse. Le site est entouré d'un grillage en fils barbelés. La fosse en eau est accessible ; une pêche privée y est pratiquée occasionnellement. Le site est entretenu. Le propriétaire entrepose du bois et d'anciens véhicules sur la zone localisée entre l'ancien carreau et la verse à stériles. Il fait paître également ses ovins sur le terrain.

Le plan d'eau possède une surverse qui s'écoule dans un fossé longeant la verse à stériles ; le rejet du site se fait dans un ruisseau affluent de la rivière Le Garat.

Observations concernant la situation radiométrique et radiologique

Les débits de dose mesurés par l'IRSN sur le site confirment globalement ceux rapportés par Areva dans le bilan de fonctionnement. Ils sont généralement dans la gamme de valeurs du bruit de fond notamment au niveau de la zone aménagée en bordure du plan d'eau. Quelques valeurs anormales ont toutefois été mesurées : les débits de dose peuvent atteindre environ 1000 nSv/h sur le chemin d'accès à l'ancien site, sur l'ancien carreau et sur la verse à stériles ; ils peuvent atteindre localement environ 3000 nSv/h au niveau de la zone comprise entre l'ancien carreau et la verse. Des niveaux radiométriques plus élevés, de l'ordre de 5000 nSv/h, ont été mesurés sur une zone de 1 à 2 m², à l'entrée d'une parcelle voisine, à proximité d'une mare, au Nord-est du site.

La teneur en uranium total de l'eau de la MCO mesurée par l'IRSN lors de sa visite sur le terrain en 2011 (1,7 µg.l⁻¹) est faible, du même ordre de grandeur que les résultats d'Areva, et similaire aux valeurs généralement observées dans les eaux superficielles non influencées par des activités minières.

Les résultats d'analyse des eaux prélevées dans l'environnement, en aval du site (exutoire du site et champ proche) mettent en évidence une incidence du site sur le ruisseau situé en aval immédiat (15 µg.l⁻¹ pour l'uranium et 190 mBq.l⁻¹ pour le radium 226) et affluent de la rivière Le Garat, qui ne devient plus perceptible dès quelques centaines de mètres en aval. Aucun usage particulier de cette eau n'a été observé.

Les analyses réalisées dans la rivière Le Garat montrent des concentrations en uranium et en radium équivalentes en amont et en aval du site.

Les concentrations mesurées dans Le Veynon en amont et en aval de tous les anciens sites miniers drainés par cette rivière sont de l'ordre de celles observées dans le milieu naturel hors influence minière.

Deux prélèvements de sédiments ont été effectués, en compléments, par l'IRSN dans deux étangs privés, en aval du site pour analyse de leur composition radiologique. Les activités massiques sont du même ordre de grandeur que celles généralement mesurées dans des sédiments du milieu naturel, dans des contextes géologiques similaires, hors influence des anciens sites miniers.

Principaux enjeux identifiés

Des débits de dose peuvent être localement significativement supérieurs aux valeurs représentatives du bruit de fond naturel. Cependant, compte tenu du caractère très local de ces observations et du faible temps de présence des propriétaires sur le site, il n'y a pas d'incompatibilité entre l'usage actuel de la parcelle et le niveau d'exposition externe.

5.1.2 SITE SUR LA COMMUNE DE CHATIN : COURMONT

Pour plus de détail, voir annexe 4

Descriptif du site et des usages

Le site Courmont est une propriété privée clôturée. Il comprend une verse à stériles et une MCO en eau utilisée occasionnellement pour de la pêche privée. Le plan d'eau possède une surverse localisée au Sud d'où les eaux sont dirigées via un fossé jusqu'à un ruisseau affluent du Veynon. La verse a été réaménagée en prairie utilisée en pâture. Une zone humide existe en bordure de la surverse du plan d'eau.

Le propriétaire envisage d'utiliser l'eau de la MCO pour l'abreuvement de son bétail en hiver en période de stabulation (ferme située au Nord du site).

Observations concernant les situations radiométrique et radiologique

Sur le site, les valeurs de débits de dose relevées par l'IRSN sont inférieures à 400 nSv.h^{-1} à l'exception de valeurs singulières atteignant environ 700 nSv.h^{-1} (chemin d'accès) et 1000 nSv.h^{-1} (verse). Les mesures de l'IRSN confirment globalement les valeurs rapportées par Areva.

Les résultats des analyses radiologiques sur l'échantillon d'eau prélevé par l'IRSN au niveau de la surverse de la mine à ciel ouvert, indiquent des concentrations en uranium du même ordre de grandeur que les résultats d'Areva et proches de celles mesurées dans le milieu naturel. Les concentrations en radium dissous et particulaire ($175 \pm 45 \text{ mBq.l}^{-1}$ au total) sont plus élevées que celles fournies par Areva. Ces valeurs sont supérieures à celles généralement mesurées pour des eaux de surface dans des contextes géologiques similaires et indiquent un marquage en radium des eaux à l'aval immédiat du site.

Les concentrations mesurées dans Le Veynon montrent qu'il n'existe aucun impact des anciens sites miniers sur cette rivière.

Principaux enjeux identifiés

Le principal enjeu identifié au cours de la mission de terrain est lié à la possibilité d'utilisation d'une eau d'origine minière à forte teneur en radium pour l'abreuvement de bovins. Il apparaît souhaitable de vérifier quelle pourrait être l'incidence d'un tel usage, en termes de contamination de denrées en procédant, par exemple, à quelques mesures radiologiques dans les produits animaux ou dérivés.

En l'absence d'utilisation de l'eau issue de l'ancienne mine de Courmont par le propriétaire du terrain pour l'abreuvement de ses bovins, le risque de contamination des produits animaux issus du cheptel est faible.

Les débits de dose peuvent être localement supérieurs aux valeurs représentatives du bruit de fond naturel. Compte tenu du caractère très local de ces observations et du faible temps de présence des propriétaires sur le site, il n'y a pas d'incompatibilité entre l'usage actuel de la parcelle et le niveau d'exposition externe.

5.1.3 SITES SUR LA COMMUNE DE DUN-SUR-GRANDRY: GRANDRY ET VAUSSEGRE

5.1.3.1 Grandry

Pour plus de détail, voir annexe 5

Descriptif du site et des usages

L'ancien site minier Grandry se situe sur un terrain privé et s'étend sur plusieurs parcelles entourées par un grillage en fils barbelés. Les vestiges de l'exploitation minière sont une MCO en eau entourée d'une clôture en fils

barbelés et une verse. Les parcelles sont entretenues par le propriétaire et sont utilisées comme pâturages. Deux étangs jouxtent ces parcelles. L'usage de ces étangs n'a pas pu être précisé.

Aucune surverse du plan d'eau n'a été repérée. Un ruisseau, affluent du Veynon, traverse la verse à stériles au Nord-ouest de la MCO, avant de se jeter dans l'étang localisé à l'Ouest du site.

Observations concernant la situation radiométrique et radiologique

Les débits de dose mesurés par l'IRSN sur le site sont dans la gamme de valeurs du bruit de fond. Des valeurs singulières ont néanmoins été relevées sur l'ancien carreau où les débits de dose peuvent atteindre 2140 nSv/h localement sur quelques m².

Les résultats de l'IRSN confirment les valeurs rapportées par Areva dans le bilan de fonctionnement.

Les résultats des analyses radiologiques sur les échantillons d'eau prélevés par l'IRSN en champ proche et en aval du site indiquent des concentrations en uranium et en radium 226 de l'ordre de celles généralement observées dans les eaux superficielles non influencées par des activités minières. Ces résultats confirment ceux d'Areva.

Deux prélèvements de sédiments ont été effectués, en compléments, par l'IRSN dans les deux étangs privés, situés en aval à l'Ouest et à l'Est du site. Les résultats de l'analyse de la composition radiologique de ceux-ci indiquent que les activités sont du même ordre de grandeur que celles généralement mesurées dans des sédiments du milieu naturel, dans des contextes géologiques similaires, hors influences des anciens sites miniers.

Principaux enjeux identifiés

Compte tenu des usages actuels, et en particulier des temps de présence réduits à l'emplacement de l'ancienne aire de stockage du minerai où des débits de dose supérieurs à 7 fois le bruit de fond ont été mesurés, le risque d'exposition des usagers de la parcelle est faible. Le site ne présente donc pas d'enjeu particulier en termes d'exposition radiologique de personnes sur site et en champ proche, étant donné l'usage actuel du site.

5.1.3.2 Vaussegré

Pour plus de détail, voir annexe 6

Descriptif du site et des usages

Le site Vaussegré est la propriété d'Areva. Il est fermé par un portail et ceinturé par un grillage en fils barbelés. Les vestiges de l'exploitation minière comprennent une imposante MCO partiellement remblayée et une verse à stériles envahie par la végétation. L'ancien carreau et le chemin permettant d'accéder au fond de la MCO remblayée sont entretenus. Le terrain est loué par l'association Société de Tir du Haut Morvan qui a aménagé un stand de tir au fond de l'ancienne mine à ciel ouvert, sur la partie remblayée.

Aucun écoulement n'a été observé sur le site. Un ruisseau situé à l'Ouest en aval du site se jette dans le Veynon.

Observations concernant la situation radiométrique et radiologique

Les mesures radiométriques réalisées par l'IRSN confirment les variations rapportées par Areva. Les débits de dose sont de l'ordre du bruit de fond naturel, excepté quelques points sur le chemin d'accès au fond de la fosse à 450 nSv/h (zones de 2-3 m²), sur l'ancien carreau où ils atteignent 3570 nSv/h (> 1000 nSv/h sur quelques dizaines de m²) et sur la zone comprenant le stand de tir où ils atteignent 770 nSv/h (quelques zones de 2-3 m² très peu fréquentées car situées entre l'espace de tir et les cibles, voir annexe 6).

Deux prélèvements d'eau ont été effectués par l'IRSN en champ proche du site dans le ruisseau situé à l'Ouest, en aval hydraulique du site et affluent du Veynon, et dans la rivière Le Veynon en aval du site (et de tous les sites situés dans le bassin versant du Veynon). Le niveau de radioactivité de l'eau du ruisseau situé en aval hydraulique immédiat du site et affluent du Veynon traduit un marquage minier. Ce ruisseau prend sa source sur le terrain de l'ancien site minier et traverse en partie la MCO et la verse. La concentration en uranium ($56 \mu\text{g.l}^{-1}$ au total) est nettement supérieure à celle habituellement mesurée dans des eaux de surface, même en contexte uranifère. Elle est par ailleurs supérieure à la valeur guide de 30 microgrammes par litre recommandée par l'OMS pour les eaux de boisson. Elle excède de plus d'un facteur 50 la valeur rapportée par Areva en 2009 ($<1 \mu\text{g.l}^{-1}$). Cet écart peut s'expliquer par une différence de localisation des prélèvements et la variabilité de la qualité en fonction de la saison et des conditions météorologiques.

L'incidence du site reste cependant limitée à ce ruisseau et ne devient plus perceptible dès quelques mètres en aval dans la rivière le Veynon où les concentrations en uranium et en radium 226 sont de l'ordre des valeurs généralement observées dans des contextes géologiques similaires.

Principaux enjeux identifiés

Les résultats des analyses effectuées par l'IRSN sur des eaux prélevées dans le ruisseau situé à l'Ouest et en aval du site, indiquent une concentration en uranium de $56 \mu\text{g.l}^{-1}$. Ce constat justifierait de vérifier les usages de ce cours d'eau qui n'ont pas pu être précisés par la visite de l'IRSN (absence d'interlocuteurs locaux qui auraient pu apporter cette information). En l'absence d'usage de cette eau, il n'existe aucun enjeu particulier en termes d'exposition radiologique de personnes.

5.1.4 SITES SUR LA COMMUNE DE DOMMARTIN : L'HUIS-JACQUES ET OUTELOUP

5.1.4.1 L'Huis-Jacques

Pour plus de détail, voir annexe 7

Descriptif du site et des usages

L'ancien site minier se situe sur un terrain privé. Les vestiges de l'exploitation minière sont une MCO en eau, une verse et un ancien puits dont l'entrée est encore visible (tassement des matériaux). Le site est entouré par un grillage en fils barbelés. La fosse en eau présente sur sa bordure Nord et Est des parements abrupts, qui sont difficilement accessibles compte tenu d'une végétation très dense. Le plan d'eau est plus facilement accessible à l'Ouest et au Sud.

Une maison, localisée sur une parcelle jouxtant celle de l'ancien site minier et située à environ 2 m du parement Sud du plan d'eau, est habitée six mois de l'année.

Le terrain de l'ancien site minier est utilisé par le propriétaire pour l'entreposage de bois ou de matériaux. Des ruches y sont également aménagées. Aucun usage particulier de l'eau n'a été mentionné par les propriétaires de l'ancien site minier et la propriétaire de l'habitation mitoyenne.

Aucune surverse du plan d'eau n'a été repérée. Les suintements observés sur le flanc du merlon en bordure de la route D291, en 2009 par Areva, n'ont pas été observés par l'IRSN.

Des travaux de réaménagements sont prévus en 2011/2012 par Areva. L'opération consiste en:

- une vidange du plan d'eau (dossier loi sur l'eau transmis à la Direction Départementale du Territoire) ;
- une reprise de la verse à stériles et remblayage partiel de la MCO au droit du parement situé à proximité de l'habitation ;
- une revégétalisation.

Au moment de la visite de l'IRSN, un décapage avait été réalisé au niveau du parement Sud de la fosse en eau.

Ces travaux sont actuellement en cours.

Observations concernant la situation radiamétrique et radiologique

Les débits de dose mesurés par l'IRSN sur l'ancien site minier sont compris entre 400 et environ 4000 nSv/h et confirment de manière qualitative les variations observées par Areva. Les valeurs les plus élevées ont été mesurées au Nord-est de la fosse (1000 à 4040 nSv/h). Sur l'arène décaissée par une tranchée au Sud de la fosse, les débits de dose sont compris entre 422 et 780 nSv/h.

Des contrôles radiamétriques ont également été réalisés sur le terrain de l'habitation jouxtant le site, ainsi qu'à l'intérieur de la maison. Dans le jardin, les débits de dose sont généralement compris entre 350 et 600 nSv/h. Des valeurs notablement plus élevées que le bruit de fond naturel ont été mesurées au coin Nord-est de la maison, où les débits de dose sont compris entre 1000 et 2500 nSv/h.

Dans l'abri de jardin, les débits de dose sont de l'ordre de 200 nSv/h. A l'intérieur de la maison, ils sont de l'ordre de 350 nSv/h et dans la cave, d'environ 500 nSv/h.

La concentration en uranium total de l'eau de la MCO mesurées par l'IRSN lors de sa visite sur le terrain en 2011 ($17 \mu\text{g.l}^{-1}$) est quatre fois plus élevée que celle fournie par Areva en 2009. Ceci peut s'expliquer par la variabilité de la qualité de l'eau en fonction de la saison et des conditions météorologiques. Pour le radium, les valeurs sont en revanche du même ordre de grandeur.

Les analyses d'eau réalisées dans la rivière Le Veynon montrent des concentrations en uranium et en radium 226 du même ordre de grandeur en amont et en aval du site. Ces résultats confirment ceux d'Areva.

L'analyse de la composition radiologique des sédiments prélevés dans l'étang privé du Couloir, en aval du site, montre des activités du même ordre de grandeur que celles généralement mesurées dans des sédiments du milieu naturel, dans des contextes géologiques similaires, hors influences des anciens sites miniers.

Principaux enjeux identifiés

Compte tenu des usages actuels et en particulier des temps de présence réduits sur site, et de la situation radiamétrique et radiologique observés au moment de la visite de l'IRSN en 2011, il n'y a pas d'enjeu en termes d'exposition des personnes dans les limites de l'ancien site minier.

Toutefois, les travaux engagés par Areva sur le site sont de nature à modifier la situation d'exposition radiologique qui nécessitera, de ce fait, une réévaluation.

Concernant la maison jouxtant l'ancien site minier, les anomalies radiamétriques mises en évidence méritent d'être signalées compte tenu de l'usage d'habitation de la parcelle. Une caractérisation plus approfondie de la situation, incluant une mesure de l'activité volumique du radon dans l'air intérieur, serait nécessaire pour évaluer l'exposition des occupants et juger de la nécessité de procéder à des actions de remédiation.

L'IRSN note que les travaux prévus par Areva offrent l'opportunité d'utiliser les matériaux marqués mis en évidence sur le site et sur le terrain de la propriété située à proximité pour remblayer la fosse et assainir les zones à fort débit de dose.

Par ailleurs, les résultats des analyses effectuées par Areva sur des eaux prélevées dans un tuyau situé dans un champ à l'Est du site, indiquent une concentration en uranium de $200 \mu\text{g.l}^{-1}$ et une activité en radium 226 de 200mBq.l^{-1} . Ces valeurs sont significativement supérieures à celles observées dans le milieu naturel. La teneur en uranium dépasse la valeur guide recommandée par l'OMS pour les eaux de boisson qui est de $30 \mu\text{g.l}^{-1}$. Ce constat justifierait de vérifier les usages de ces eaux qui n'ont pu être précisés par l'IRSN au moment de sa visite

5.1.4.2 Outeloup

Pour plus de détail, voir annexe 8

Descriptif du site et des usages

L'ancien site minier Outeloup se situe sur un terrain privé. Les vestiges de l'exploitation minière sont un travers-banc remblayé dont l'entrée est encore visible. La parcelle concernée est entourée par un grillage en fils barbelés et son entrée n'a pas de portail. Le terrain correspondant à l'ancien carreau de la mine est entretenu. Il est utilisé pour l'entreposage de machines agricoles, de bois ou de matériaux et un hangar y a été aménagé. La zone correspondant à l'emplacement des travaux miniers est actuellement boisée et laissée en friche.

Au moment de la visite de l'IRSN, la zone des anciens travaux miniers était envahie par la végétation et les emplacements de l'entrée du travers-banc et du fontis n'ont pu être localisés.

Des suintements ont été observés au niveau de l'entrée du travers-banc par Areva en 2009. Les eaux s'écoulent en direction d'un ruisseau, affluent du Veynon, qui traverse un étang situé à l'Est du site de Grandry (voir annexe 5).

Observations concernant la situation radiométrique et radiologique

Les débits de dose mesurés par l'IRSN confirment de manière qualitative les mesures réalisées par Areva. Quelques valeurs supérieures ont toutefois été mises en évidence sur quelques zones de 1-2 m², sur l'ancien carreau, où les débits de dose varient entre 265 et 1050 nSv/h. Sur la partie accessible de l'ancien chemin d'accès aux travaux, les débits de dose sont de l'ordre du bruit de fond naturel.

Les résultats des analyses radiologiques sur les échantillons d'eau prélevés par l'IRSN en champ proche et en aval du site indiquent des concentrations en uranium et en radium 226 de l'ordre de celles généralement observées dans les eaux superficielles non influencées par des activités minières. Ces résultats confirment ceux d'Areva.

Principaux enjeux identifiés

Compte tenu de l'usage actuel des terrains et de la faible fréquentation des lieux par le propriétaire, il n'y a pas d'enjeu particulier en termes d'exposition radiologique de personnes sur et en champ proche de l'ancien site Outeloup.

5.2 SYNTHÈSE DE L'IMPACT DES ANCIENS SITES DE LA NIEVRE SUR LES RIVIERES LE VEYNON ET LE GARAT EN CHAMP ÉLOIGNÉ

Plusieurs prélèvements d'eau ont été effectués par l'IRSN en vue d'évaluer l'impact des anciens sites miniers de la Nièvre sur les rivières Le Veynon et Le Garat, en champ éloigné.

La localisation des points de prélèvement est indiquée sur les figures 9 et 10. Les résultats des analyses effectuées sont synthétisés dans le Tableau 3.

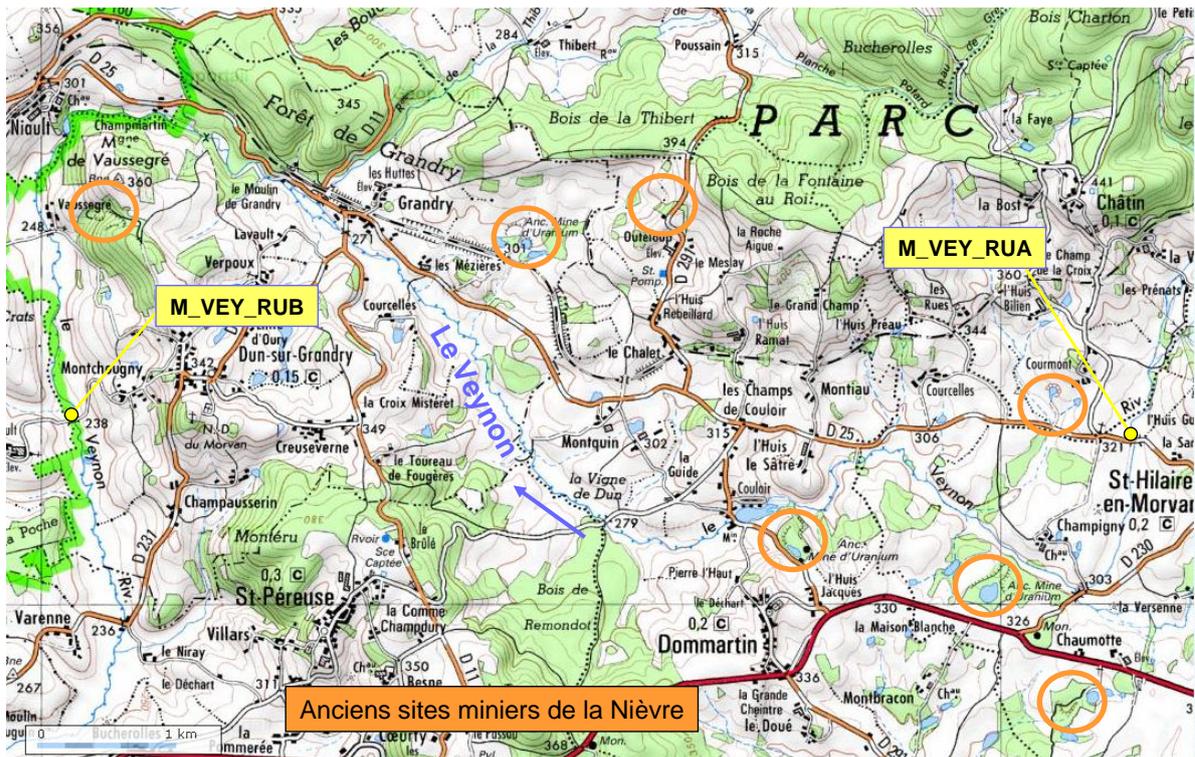


Figure 8 : Localisation des prélèvements d'eau réalisés par l'IRSN dans la rivière Le Veynon, en champ éloigné des sites situés dans la Nièvre.

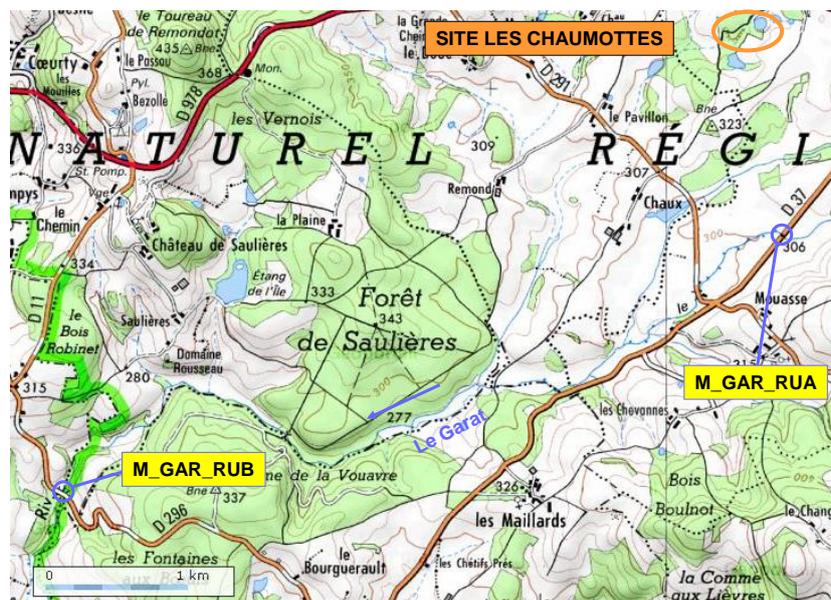


Figure 9 : Localisation des prélèvements d'eau réalisés par l'IRSN dans la rivière Le Garat, en champ éloigné des sites de la Nièvre.

Tableau 3 : Résultats des analyses effectuées sur les eaux prélevées dans les rivières Le Veynon et Le Garat en champ éloigné des sites du département de la Nièvre

	Uranium ($\mu\text{g.l}^{-1}$)		Radium 226 (mBq.l^{-1})	
	dissous	particulaire	dissous	particulaire
Rivière Le Veynon (amont) M_VEY_RUA	$0,441 \pm 0,044$	$0,53 \pm 0,05$	<15	<14
Rivière Le Veynon (aval) M_VEY_RUB	$0,373 \pm 0,037$	$0,166 \pm 0,017$	<16	6 ± 4
Rivière Le Garat (amont) M_GAR_RUA	$0,343 \pm 0,034$	$0,70 \pm 0,07$	<15	120 ± 27
Rivière Le Garat (aval) M_GAR_RUB	$0,50 \pm 0,05$	$1,86 \pm 0,19$	16 ± 7	36 ± 25

Les résultats des analyses effectuées sur la rivière **Le Veynon**, en amont et en aval de tous les sites de la Nièvre indiquent des concentrations en uranium et des activités volumiques en radium 226 comparables à celles observées dans un environnement naturel de même contexte géologique. Les valeurs sont du même ordre de grandeur à l'aval de l'ensemble des sites qu'à l'amont.

Les résultats obtenus sur la rivière **Le Garat**, en aval du site Les Chaumottes, sont également comparables aux valeurs observées dans un environnement naturel de même contexte géologique et similaires aux concentrations mesurées dans cette rivière, en amont du site.

6 CONCLUSIONS

L'IRSN a réalisé du 19 au 21 juillet 2011, une mission de terrain sur tous les anciens sites miniers d'uranium recensés dans la Nièvre. 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 de Fonctionnement (BDF) produit par Areva en 2010. Ces contrôles ont consisté à confronter les informations du BDF 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 BDF, à recueillir des informations sur les modifications éventuelles survenues postérieurement à la réalisation du BDF et enfin à faire connaître le programme MIMAUSA en établissant des contacts directs avec les acteurs locaux.

Les observations et résultats des contrôles de second niveau effectués par l'IRSN sur les anciens sites miniers de la Nièvre conduisent globalement à confirmer les informations fournies dans le BDF d'Areva. Dans quelques cas, ils ont permis d'apporter des compléments et des mises à jour qui seront intégrés dans la base de données MIMAUSA, c'est le cas notamment de la nature des travaux, des quantités de stériles et de minerai produits, de la teneur moyenne en U du minerai et de la situation concernant le traitement des eaux sur les différents sites d'intérêt.

Les informations recueillies ont également permis de souligner, pour certains sites, des enjeux qui ne sont pas toujours mis en évidence dans le BDF d'Areva. Ces enjeux peuvent concerner les risques d'exposition de personnes par rapport à une situation existante ou bien par rapport à une situation future fondée soit sur un changement d'usage annoncé par rapport aux conditions actuelles, soit sur une évolution des expositions due à la réalisation de travaux de réaménagement. Un autre enjeu est lié au devenir de matériaux radiologiquement marqués présents sur un site.

Les anomalies radiométriques mises en évidence sur le terrain de la maison habitée jouxtant l'ancien site minier L'Huis Jacques justifient la mise en œuvre d'une caractérisation plus approfondie de la situation, incluant une mesure de l'activité volumique du radon dans l'air intérieur, afin d'évaluer l'exposition des occupants et de juger de la nécessité de procéder à des actions de remédiation.

Par ailleurs, il est nécessaire de vérifier l'usage des eaux du tuyau situé dans un champ à l'Est du site, compte-tenu des niveaux d'activité mesurés dans celles-ci. La concentration en uranium élevée ($200 \mu\text{g.l}^{-1}$) de ces eaux est supérieure à la valeur guide de $30 \mu\text{g.l}^{-1}$ recommandée par l'OMS pour les eaux de boisson et justifie la nécessité de prévenir l'usage de ces eaux à des fins domestiques.

Concernant les sites Courmont et Vaussegré, l'enjeu principal est lié à une éventuelle utilisation d'eau de mine ou d'eau de ruisseau impactée par le site minier, à des fins domestiques.

- Le propriétaire du site Courmont a indiqué à l'IRSN qu'il envisageait d'utiliser l'eau de la MCO pour abreuver son bétail. Pour cette situation, l'incidence en termes de contamination de denrées (lait, viande) pourrait être estimée à partir de mesures radiologiques dans les produits animaux et en particulier le lait. En l'absence de normes disponibles concernant la qualité radiologique des produits de consommation, les résultats de ces mesures pourraient être pris en compte dans une simulation de la dose d'exposition d'éventuels consommateurs.
- Pour le site Vaussegré, la concentration en uranium élevée ($56 \mu\text{g.l}^{-1}$) des eaux prélevées dans le ruisseau situé à l'Ouest et en aval du site, et supérieure à la valeur guide de $30 \mu\text{g.l}^{-1}$ recommandée par l'OMS pour les eaux de boisson, justifie la nécessité de prévenir l'usage de ces eaux à des fins domestiques.

Pour ce qui concerne le site L'Huis-Jacques, des travaux entrepris par Areva sont encore en cours de réalisation. Ces travaux entraîneront une modification des niveaux d'exposition qu'il conviendrait de réévaluer dans l'objectif de disposer d'une caractérisation appropriée de la situation radiologique du site. L'IRSN souligne que les travaux prévus par Areva offrent l'opportunité d'utiliser les matériaux marqués mis en évidence sur le site et sur le terrain de la propriété jouxtant le site, pour remblayer la fosse et abaisser ainsi les niveaux d'exposition sur la propriété privée habitée.

Par ailleurs, l'IRSN attire l'attention sur la situation concernant les sédiments présents au fond des bassins de décantation du site Champigny qui, s'ils devaient faire l'objet d'un curage, nécessiteraient une gestion spécifique adaptée à leurs caractéristiques radiologiques.

Enfin, les sites Les Chaumottes, Grandry et Outeloup ne présentent aucun enjeu majeur en termes d'exposition radiologique de personnes compte tenu des usages actuels.

Références

1. Circulaire DGPR/SRT/MSNR/SN/2009.132 ; 22 Juillet 2009
2. IRSN (2007). Inventaire national des sites miniers d'uranium, Version 2, Septembre 2007
3. Areva (2010). Bilan de Fonctionnement Nièvre.
4. IRSN (2011). Contrôles de second niveau effectués sur les anciens sites miniers de Creuse. Rapport DEI/SARG/2011-07.
5. IRSN (2011). Contrôles de second niveau effectués sur les anciens sites miniers de Corrèze. Rapport IRSN/DEI/SARG/2011-018.
6. IRSN (2011). Contrôles de second niveau effectués sur les anciens sites miniers du Nord de la Haute-Vienne. Rapport PRP-DGE/2012-010
7. 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

ANNEXES

ANNEXE 1

Synthèse des résultats de mesures *in situ* réalisées sur les échantillons d'eaux

Site	Nom échantillon	Caractéristiques du prélèvement		Mesures in situ						
				pH	Conductivité (µS/cm)	T°	Coordonnées GPS (Lambert 93)		débit de dose (nSv/h)	Alcalinité (mg CaCO3/L)
Champigny	M_CHAMP_EXU	eau de surface	Eau du bassin de décantation à l'exutoire du site	6,5	121	14,5	765796	6664017	295	65
	M_CHAMP_VEY	eau de surface	Le Veynon, en aval du site	6,54	133	15,9	765822	6664053	295	25
	M_VEY_RUA	eau de surface	Le Veynon, en amont de tous les sites	7,86	125	14,6	766708	6664859	230	25
Les Chaumottes	M_CHAU_MCO	eau de surface	Eau de MCO	6,91	108	20,1	766394	6663002	393	40
	M_CHAU_EXU	eau de surface	Eau de l'exutoire : ruisseau dans un fossé	6,89	127	15,1	766150	6662820	422	45
	M_CHAU_ETG1	eau de surface	Eau dans ruisseau en aval de l'étang de Cotignon	6,07	260	18,7	765482	6662194		25
	M_CHAU_ETG2	eau de surface	Étang alimenté par un ruisseau affluent du Veynon au nord du site en aval	6,61		16,1	766369	6663443		40
	M_GAR_RUA	eau de surface	Le Garat, eau en amont du site	7,45	99	14,5	766597	6661505	200	20
	M_GAR_RUB	eau de surface	Le Garat, eau en aval du site	7,55	118	14,9	761615	6659636	200	25
Courmont	M_COUR_RU	eau de surface	Eau dans ruisseau en aval du site	6,72	118	18,2	766125	6665071	306	40
Grandry	M_GRAN_ETG1	eau de surface	Eau du ruisseau situé en aval de l'étang SW, aval site	6,87	74	17,7	762102	6666183		25
	M_GRAN_ETG2	eau de surface	Eau du ruisseau situé en aval de l'étang SE, aval sites Grandry et Outeloup	6,81	98	17,6	762070	6665783		25
L'Huis-Jacques	M_HUIS_MCO	eau de surface	Eau de MCO	7,25	211	19,6	764263	6664009	400	60
	M_HUIS_VEYB	eau de surface	Eau du Veynon aval site et lac du Couloir	6,68	128	15,3	763780	6664201		25
Outeloup	M_OUT_RUSE	eau de surface	Eau du ruisseau situé au Sud-Est en aval du site	7,87	128	14,8	763078	6665840	220	35
	M_OUT_RUW	eau de surface	Eau du ruisseau situé à l'Ouest en aval du site	7,9	105	14,5	762813	6666472	220	15
Vaussegré	M_VAU_RUW	eau de surface	Eau du ruisseau situé à l'Ouest en aval du site	6,74	189	16,5	759082	6666210		40
	M_VEY_RUB	eau de surface	Le Veynon, en aval de tous les sites	7,86	142	15,5	759160	6664924	150	40

ANNEXE 2

**Fiche d'observations de terrain, de mesures
radiométriques et d'analyses des prélèvements
effectués sur les anciens sites miniers de la Nièvre**

Site CHAMPIGNY

Site CHAMPIGNY

Région	Bourgogne	Autre site sur la commune	Les Chaumottes
Département	Nièvre (58)		
Commune	Saint-Hilaire en Morvan		
Cadastre	Section B2, parcelles 125- 131-132-133-496-527		
Propriété	Privée		
Surface du site	6 ha 83 a		

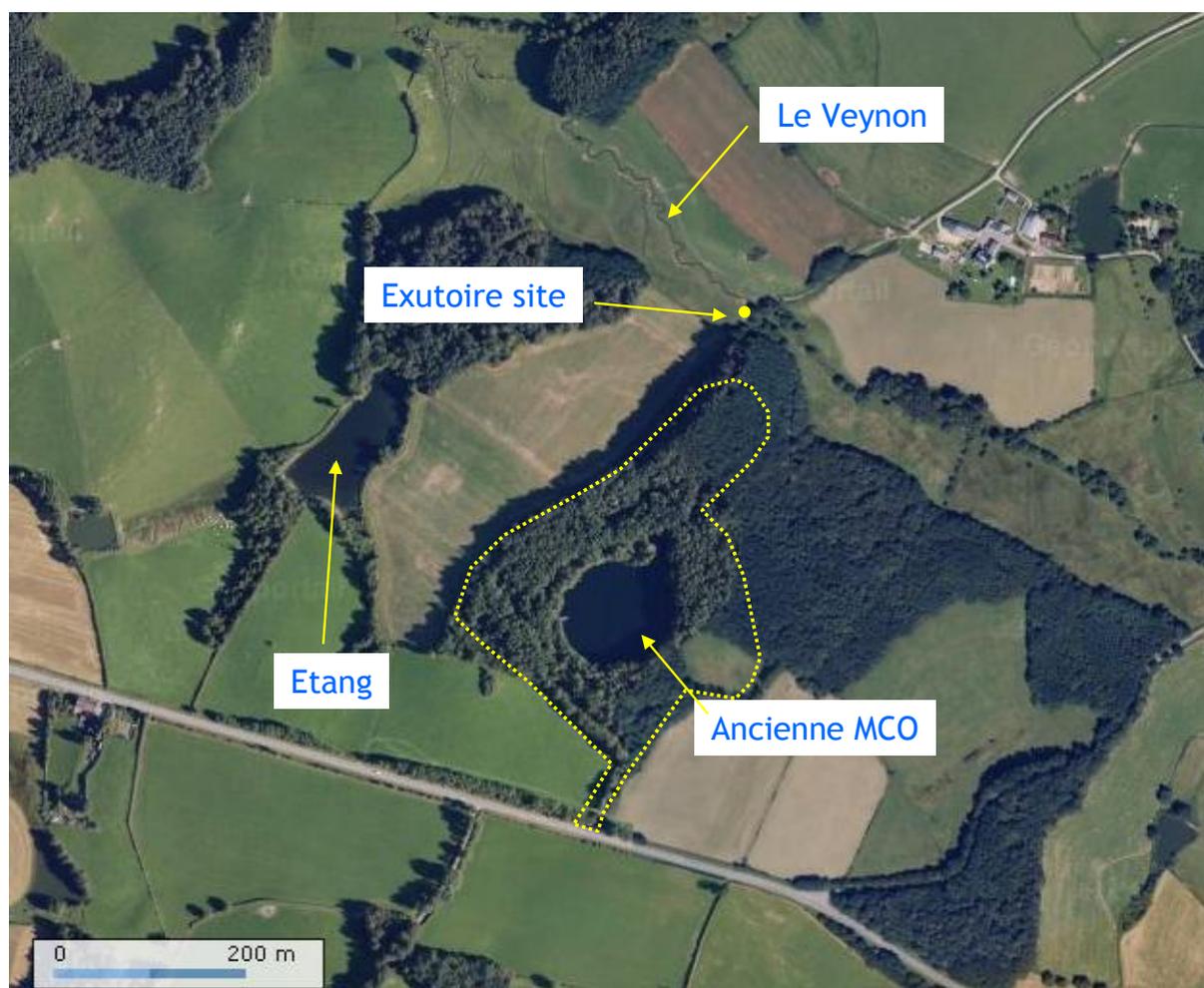
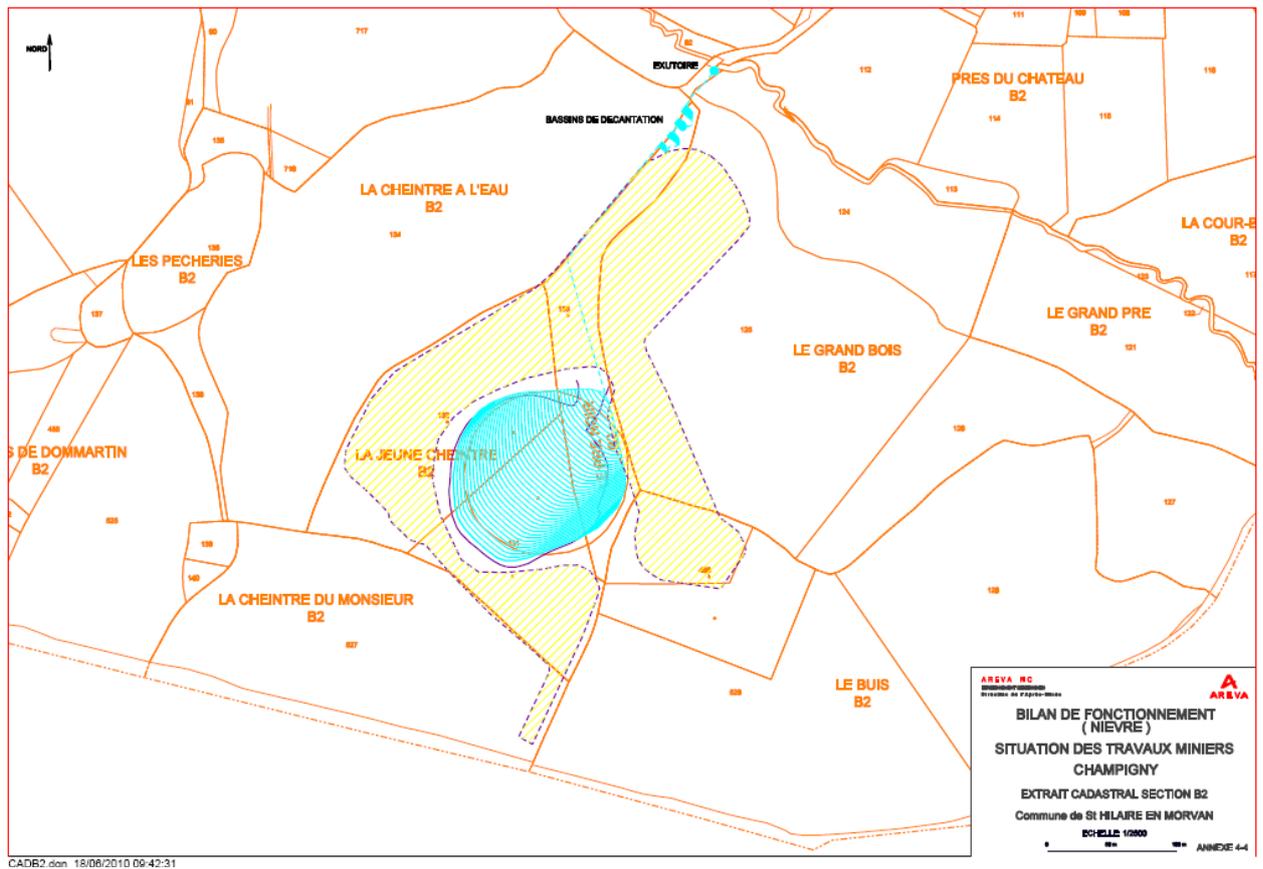


Figure 1 : Vue aérienne du site Champigny (d'après Géoportail)

1. NATURE DES TRAVAUX MINIERS ET REAMENAGEMENTS

Type de travaux	Mine à ciel ouvert
Période d'exploitation	Novembre 1971 à juillet 1974
Production d'uranium (T)	68,464
Réaménagements réalisés	La MCO a été réaménagée en plan d'eau. Le sommet de la verse à stériles a été écrêtée puis recouvert de terre végétale. La pente des talus a été adoucie. Trois des quatre anciens bassins de décantation, tous envahis par la végétation, sont encore visibles au Nord du site. Il n'y a pas de clôture autour de la fosse.
Fin des réaménagements	1974
Réalisation en cours	
Projets futurs	
Surveillance	

Source principale : Areva



CADB2.dcm 18/06/2010 09:42:31

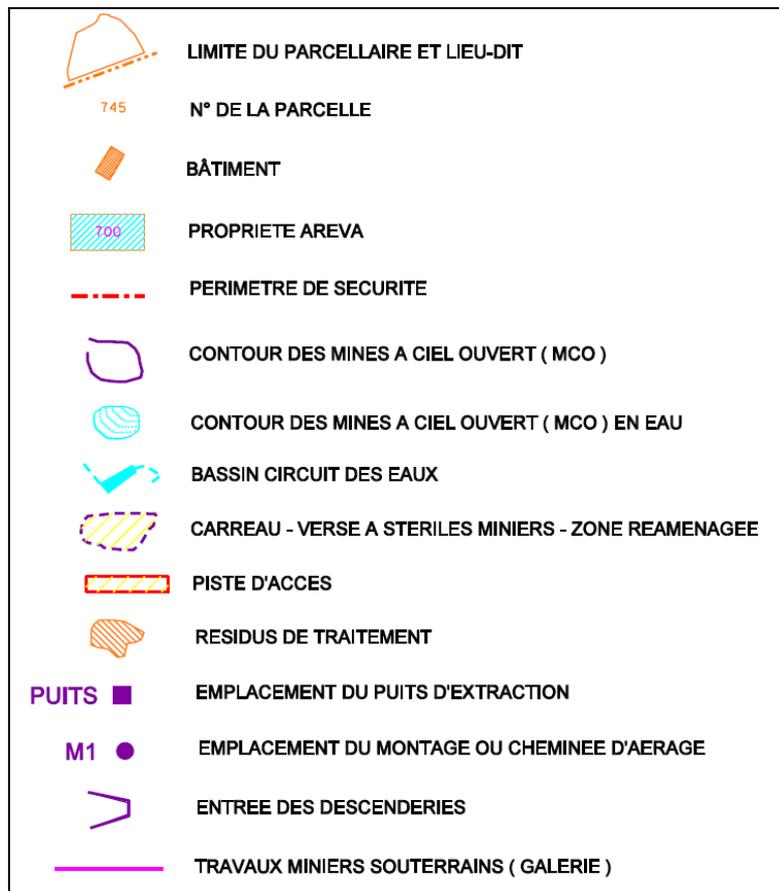


Figure 2 : Situation des travaux miniers sur fonds cadastraux sur le site Champigny (source Areva [3])

2. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DU SITE ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE SURFACE

Le site Champigny est localisé à environ 1,8 km au Sud-ouest de Saint-Hilaire-en-Morvan (figures 1 à 3). Le paysage environnant est vallonné et constitué de bois et prairies.

Aucune surverse du plan d'eau n'a été repérée lors de la visite d'état des lieux réalisée par Areva [3]. Les anciens bassins de décantation sont alimentés par un fossé longeant la verse au Nord-ouest. De l'eau s'écoule de ces bassins vers la rivière Le Veynon au Nord du site (figure 4).

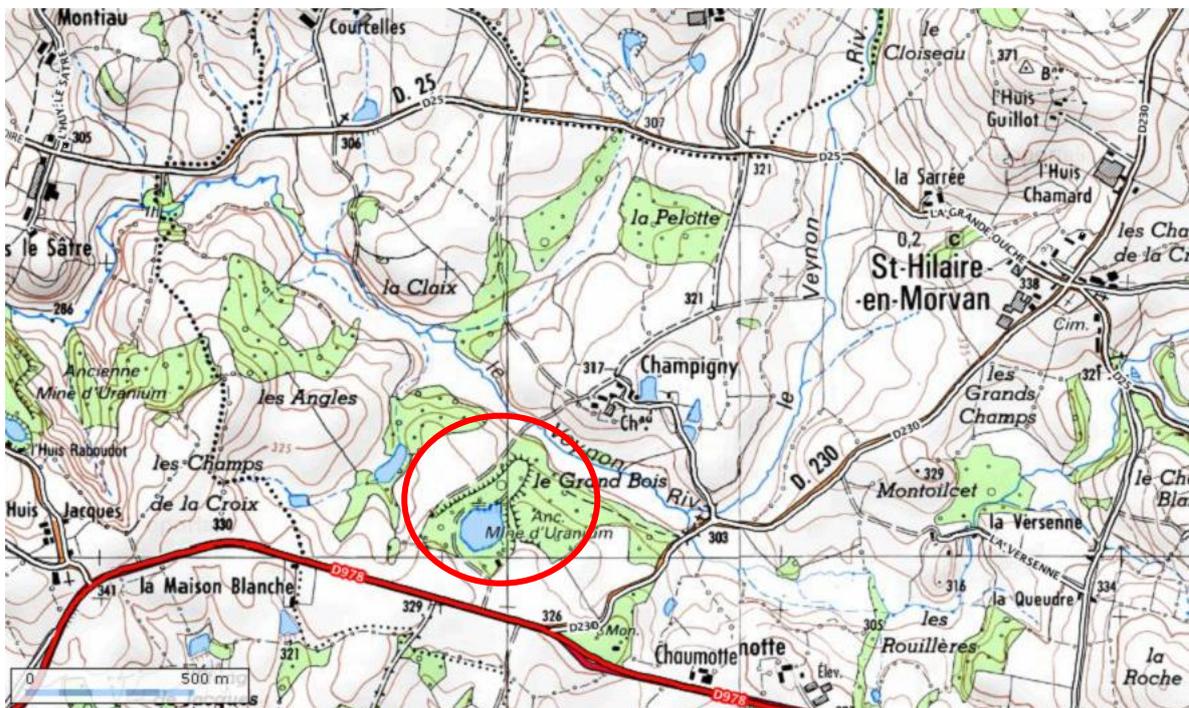


Figure 3 : Localisation du site Champigny (sur fonds Géoportail)

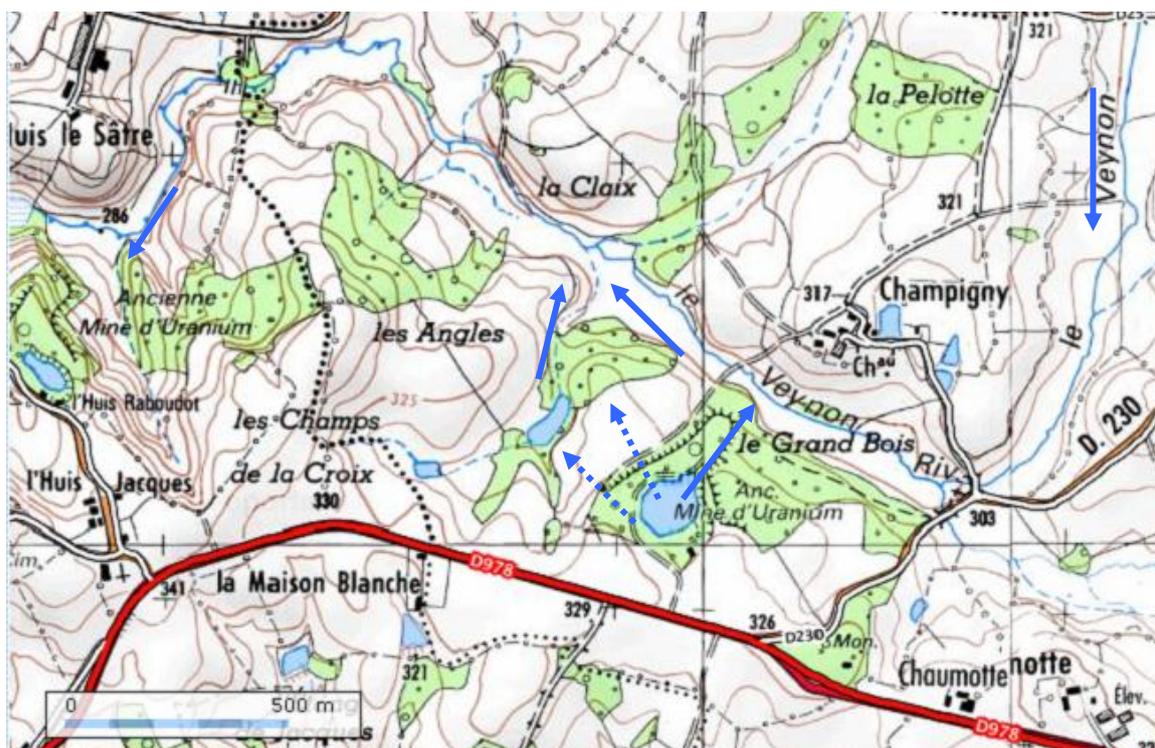


Figure 4 : Réseau hydrographique de surface à proximité de l'ancien site minier Champigny ; les flèches bleues indiquent le sens des écoulements connus (flèches pleines) et potentiels (flèches en pointillés) (sur fonds Géoportail)

3. OBSERVATIONS DE TERRAIN

Date de la visite et contexte	
20 juillet 2011 dans le cadre des contrôles de second niveau du programme MIMAUSA	
Objectifs de la visite	
Préciser l'usage et l'accessibilité du site.	
Effectuer des mesures radiométriques sur le site.	
Réaliser des prélèvements d'eau sur site et en champs proche et éloigné pour contrôle (amont et aval).	
Réaliser des prélèvements de sédiments dans les étangs en aval du site.	
Personnes présentes	
Adjoint à Mme Le Maire de Saint-Hilaire en Morvan.	
Un représentant de l'ASN de Dijon (M. Pinson).	
Ouvrages visibles	Coordonnées GPS (Lambert 93)
MCO en eau	X = 765686 ; Y= 6663738
Verse	X = 765766 ; Y = 6663878
Bassins de décantation	X = 765777 ; Y = 6663988
Existence d'une convention d'usage particulière	Non

3.1. OBSERVATIONS DE LA SITUATION ACTUELLE

Le site est accessible par la route départementale 978. Propriété privée, l'entrée du site est matérialisée par un portail franchissable (figure 5). Le site est ceinturé par un grillage en fils barbelés fixés sur des poteaux en bois. La fosse en eau est très difficilement accessible du fait d'une végétation dense (bois, ronces, friche). Aucun panneau n'a été vu indiquant l'existence d'un danger lié à l'excavation (figures 6 et 7). Le terrain semble laissé en friche.



Figure 5 : Portail d'accès au site Champigny. Le site est entouré d'un grillage en fils barbelés.



Figure 6 : MCO en eau entourée de végétation dense (bois, ronces, en friche)



Figure 7 : Vue le long du site, en bordure Nord-ouest.

Au Nord du site, trois bassins de décantation enfouis dans la végétation sont encore visibles (figure 8).

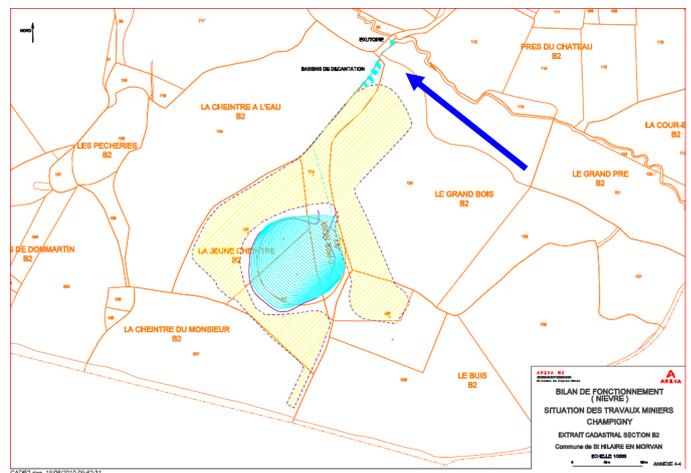


Figure 8: Bassin de décantation situé au nord sur le site Champigny (prélèvements M_CHAMP_EXU et M_CHAMP_SED1 de l'IRSN)

Aucune surverse de la MCO n'a été observée le site. L'eau des anciens bassins de décantation alimentés par un fossé longeant la verse se jette ensuite en aval dans la rivière Le Veynon au Nord du site (figure 9).



Figure 9 : Le Veynon en aval du site (prélèvement M_CHAMP_VEY de l'IRSN).

3.2. OBSERVATIONS DES USAGES ACTUELS SUR LE SITE

L'ancien site minier est une propriété privée et ne fait l'objet d'aucun usage particulier. L'accès très difficile à la MCO en eau, dû à la végétation dense, empêche a priori tout usage du plan d'eau à des fins de loisir. Les trois bassins de décantation situés au Nord sont également difficilement accessibles du fait de la clôture barbelée et de la végétation dense. Aucune trace d'intrusion sur le site n'a été observée.

3.3. OBSERVATIONS CONCERNANT LA SITUATION RADIOLOGIQUE

3.3.1. MESURES RADIOMETRIQUES DE SURFACE

Données Areva

Des mesures au SPPy ont été réalisées par Areva au cours de la visite d'état des lieux en juin 2009 [3] : sur la verse à stériles les valeurs sont comprises entre 200 et 300 chocs/s, sur l'ancienne aire de stockage du minerai, elles sont comprises entre 1000 et 2000 chocs/s (milieu naturel de l'ordre de 100 à 120 chocs/s).

Contrôles IRSN.

Des mesures de débits de dose ont été effectuées par l'IRSN à environ 50 cm au-dessus du sol. Les résultats obtenus ont été reportés sur la figure 10. Ils ne résultent pas d'un balayage systématique de toutes les zones concernées par l'ancien site minier mais d'un balayage au gré des déplacements réalisés au cours de la visite du site.

Les résultats des mesures de l'IRSN confirment globalement de manière qualitative les variations mentionnées par Areva.

Aux abords de la MCO, sur l'ancienne aire de stockage du minerai et la verse à stériles, les débits de dose varient entre 431 et 2880 nSv/h, et peuvent donc atteindre 10 fois les niveaux mesurés dans le milieu naturel (120 à 300 nSv/h).

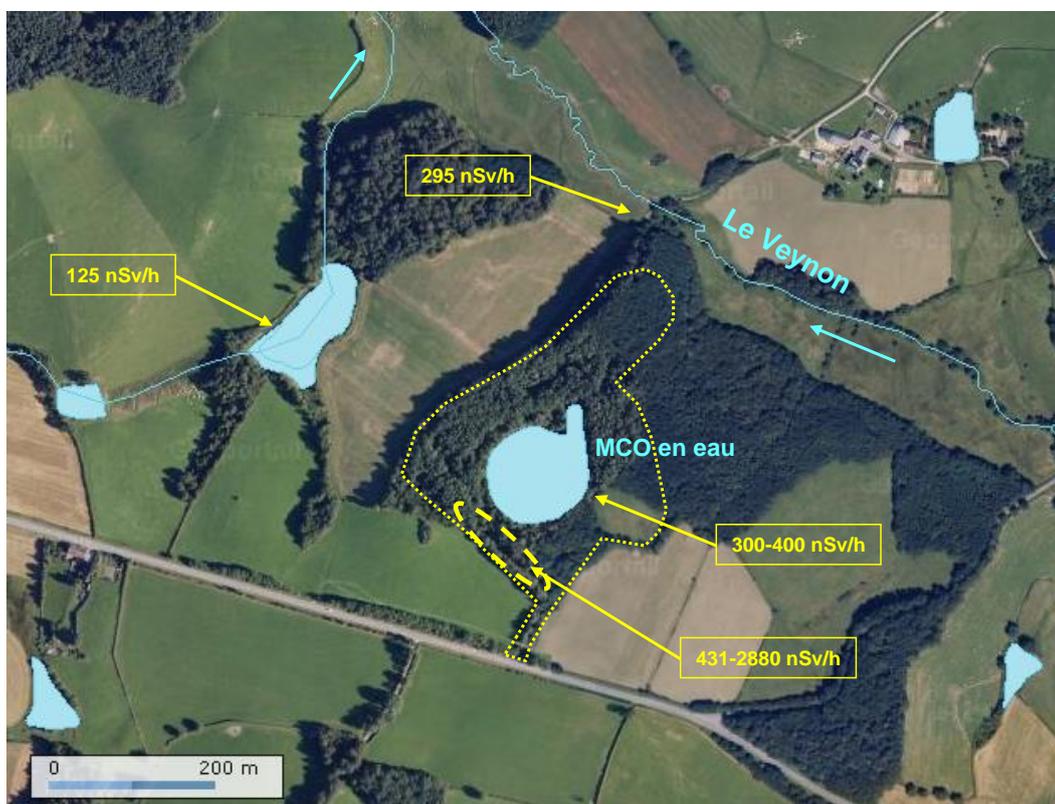


Figure 10 : Résultats des mesures radiométriques réalisées sur le site Champigny (sur fonds Géoportail)

3.3.2. ANALYSES DES EAUX SOUS INFLUENCE POTENTIELLE DU SITE

Données Areva

Au cours de la campagne de mesure de 2009, Areva a procédé à plusieurs prélèvements d'eaux :

- un échantillon dans la mine à ciel ouvert (CHG MCO, figure 11) ; les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction soluble de l'échantillon étaient $<1 \mu\text{g.l}^{-1}$ et 20 mBq.l^{-1} respectivement ;
- un échantillon d'eau dans le bassin de décantation le plus en aval du site (CHG EXU, figure 11) ; les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction soluble de l'échantillon étaient $<1 \mu\text{g.l}^{-1}$ et 90 mBq.l^{-1} respectivement ;
- un échantillon d'eau dans le Veynon en aval du site (CHG VEY, figure 11) ; les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction soluble de l'échantillon étaient $<1 \mu\text{g.l}^{-1}$ et $<20 \text{ mBq.l}^{-1}$ respectivement.

Areva a procédé à un prélèvement d'eau dans la rivière le Veynon, en amont de tous les sites de la Nièvre (VEY RUA). Les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction soluble de l'échantillon étaient $<1 \mu\text{g.l}^{-1}$ et 20 mBq.l^{-1} respectivement.

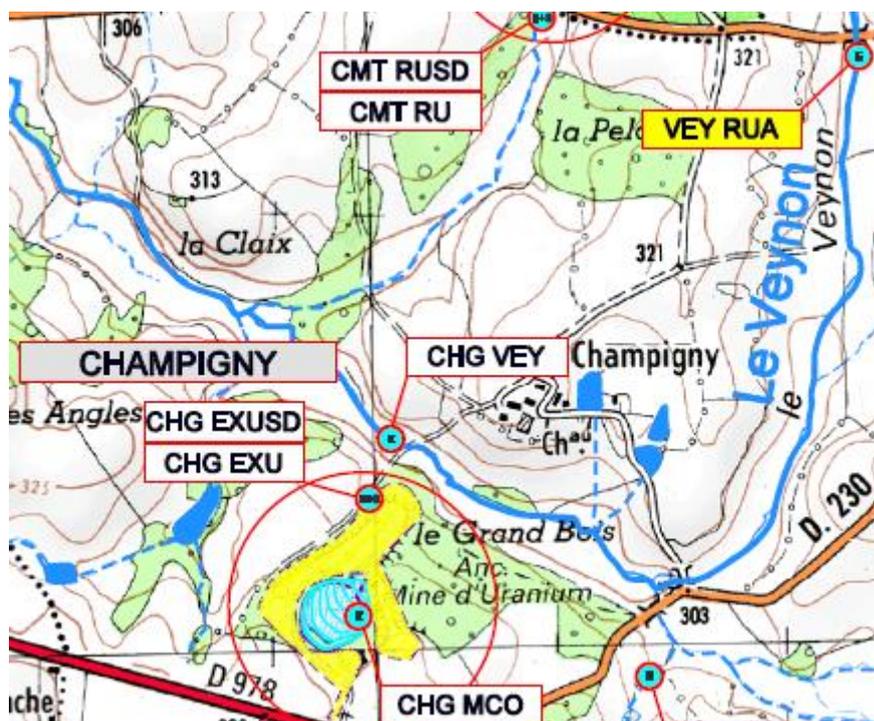


Figure 11 : points de prélèvements d'Areva en 2009

Contrôle IRSN.

Trois prélèvements d'eau ont été effectués par l'IRSN sur le site et en champ proche (figures 12 à 14) :

- Dans Le Veynon, en amont de tous les sites ;
- Dans Le Veynon, en aval immédiat du site ;
- Dans un bassin de décantation au Nord du site.

Les résultats des analyses radiologiques sur les échantillons d'eau sont synthétisés dans le Tableau 1.

Les résultats des mesures de l'IRSN confirment ceux obtenus par Areva. Les teneurs en uranium et en radium 226 sont de l'ordre de grandeur des valeurs généralement mesurées dans des eaux de surface. Les concentrations mesurées dans l'échantillon prélevé dans le Veynon en aval immédiat du site sont sensiblement similaires, aux incertitudes de mesure près, à celles mesurées dans le Veynon en amont de tous les sites miniers du département de La Nièvre. Le site Champigny n'a donc pas d'impact sur cette rivière.

Tableau 1 : Résultats des analyses radiologiques sur les eaux prélevées par l'IRSN aux abords du site Champigny

		Uranium ($\mu\text{g.l}^{-1}$)		Radium 226 (mBq.l^{-1})	
		dissous	particulaire	dissous	particulaire
M_CHAMP_EXU	Bassin de décantation à l'exutoire du site	1,1 \pm 0,11 *		41 \pm 18 *	
M_CHAMP_VEY	Rivière Le Veynon, en aval du site	0,51 \pm 0,05	0,81 \pm 0,08	22 \pm 8	16 \pm 8
M_VEY_RUA	Rivière Le Veynon, en amont de tous les sites	0,44 \pm 0,04	0,53 \pm 0,05	<15	<14

* Uranium ou radium 226 total.

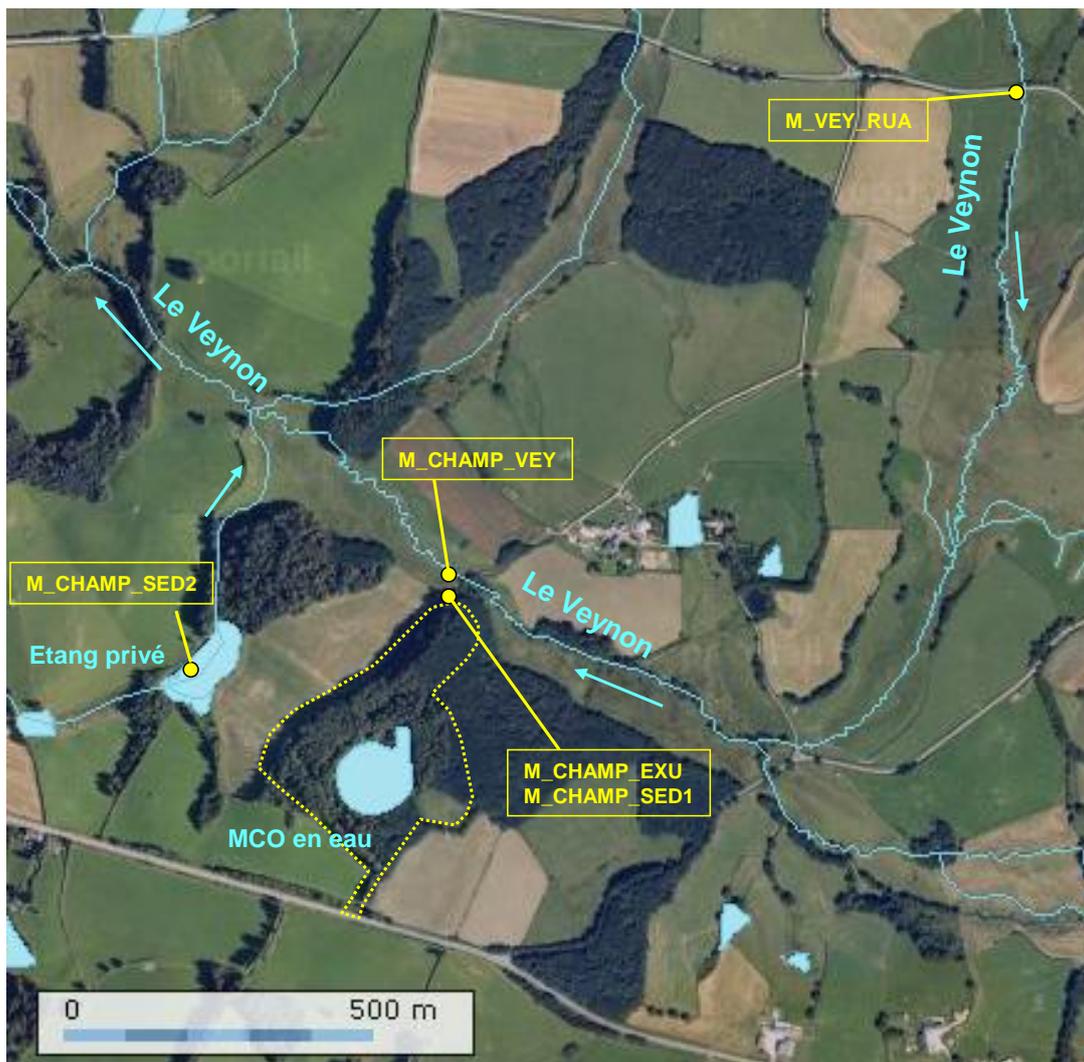


Figure 12 : Localisation des prélèvements d'eau et de sédiments IRSN aux abords du site Champigny (sur fonds Géoportail)



Figure 13 : Bassin de décantation en aval du site (prélèvements M_CHAMP_EXU et M_CHAMP_SED1 de l'IRSN)



Figure 14 : Le Veynon en aval du site, rivière recevant les eaux du site (prélèvement M_CHAMP_VEY de l'IRSN).



Figure 15 : Etang situé à l'Ouest et potentiellement en aval du site (prélèvement M_CHAMP_SED2 de l'IRSN).

3.3.3. ANALYSES DES SEDIMENTS DANS LES PLANS D'EAU POTENTIELLEMENT SOUS INFLUENCE DU SITE

Données Areva

Au cours de la campagne de mesure de 2009, Areva a procédé à un prélèvement de sédiments dans le bassin de décantation le plus en aval du site (CHG EXUSD, figure 11). Les activités en uranium 238, radium 226, plomb 210 et thorium 230 étaient respectivement de 1510, 2250, 1300 et <1500 Bq.kg⁻¹ de matière sèche.

Contrôle IRSN.

Un prélèvement de sédiments (M_CHAMP_SED1) a été effectué par l'IRSN dans un ancien bassin de décantation au Nord du site (point identique au prélèvement d'eau M_CHAMP_EXU, figures 12 et 13).

Un prélèvement de sédiments a également été réalisé par l'IRSN dans un étang privé situé à l'Ouest du site (M_CHAMP_SED2, figure 15) et potentiellement sous influence.

Les résultats de l'analyse de la composition radiologique par spectrométrie gamma des sédiments sont synthétisés dans le TTableau 2.

Tableau 2 : Résultats de l'analyse par spectrométrie gamma des sédiments prélevés aux abords du site Champigny

Echantillons	Activité (Bq.kg ⁻¹ sec)						
	^{234m} Pa	²¹⁴ Pb	²¹⁴ Bi	²¹⁰ Pb	²³⁵ U	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs
M_CHAMP_SED1	910	2350	2030	720	38	128	2.3
Incertitude	210	300	230	70	15	23	1.1
Débit de dose in situ (nSv.h ⁻¹)	Non mesuré						
M_CHAMP_SED2	<80	84	72	117	<6	1430	0.57
Incertitude		10	8	12		160	0.27
Débit de dose in situ (nSv.h ⁻¹)	Non mesuré						

L'activité massique de ²³⁸U peut être assimilée à celle de ^{234m}Pa soit 910 ± 210 Bq.kg⁻¹sec pour l'échantillon M_CHAMP_SED1 et <80 Bq.kg⁻¹ sec pour l'échantillon M_CHAMP_SED2. Celle du ²²⁶Ra peut être assimilée à l'activité massique du ²¹⁴Pb soit 2350 ± 300 Bq.kg⁻¹sec pour l'échantillon M_CHAMP_SED1 et 84 ± 10 Bq.kg⁻¹ sec pour l'échantillon M_CHAMP_SED2.

Les activités mesurées pour l'échantillon prélevé dans le bassin de décantation (M_CHAMP_SED1) confirment l'ordre de grandeur de celles mesurées par Areva. Ces valeurs montrent un déséquilibre entre l'uranium 238 et le radium 226 avec un rapport ²²⁶Ra/²³⁸U de 2,6. Ces valeurs indiquent un marquage des sédiments en uranium 238 et surtout en radium 226 dans l'ancien bassin de décantation. Les résultats obtenus pour les sédiments prélevés dans l'étang situé en aval et à l'Ouest du site, indiquent des concentrations de l'ordre de celles généralement mesurées dans le milieu naturel hors influence minière.

ANNEXE 3

**Fiche d'observations de terrain, de mesures
radiométriques et d'analyses des prélèvements
effectués sur les anciens sites miniers de la Nièvre**

Site LES CHAUMOTTES

Site LES CHAUMOTTES

Région	Bourgogne	Autre site sur la commune	Champigny
Département	Nièvre (58)		
Commune	Saint-Hilaire en Morvan		
Cadastre	Section C3, parcelles 231-232-652-706		
Propriété	Privée		
Surface du site	5 ha 15 a		

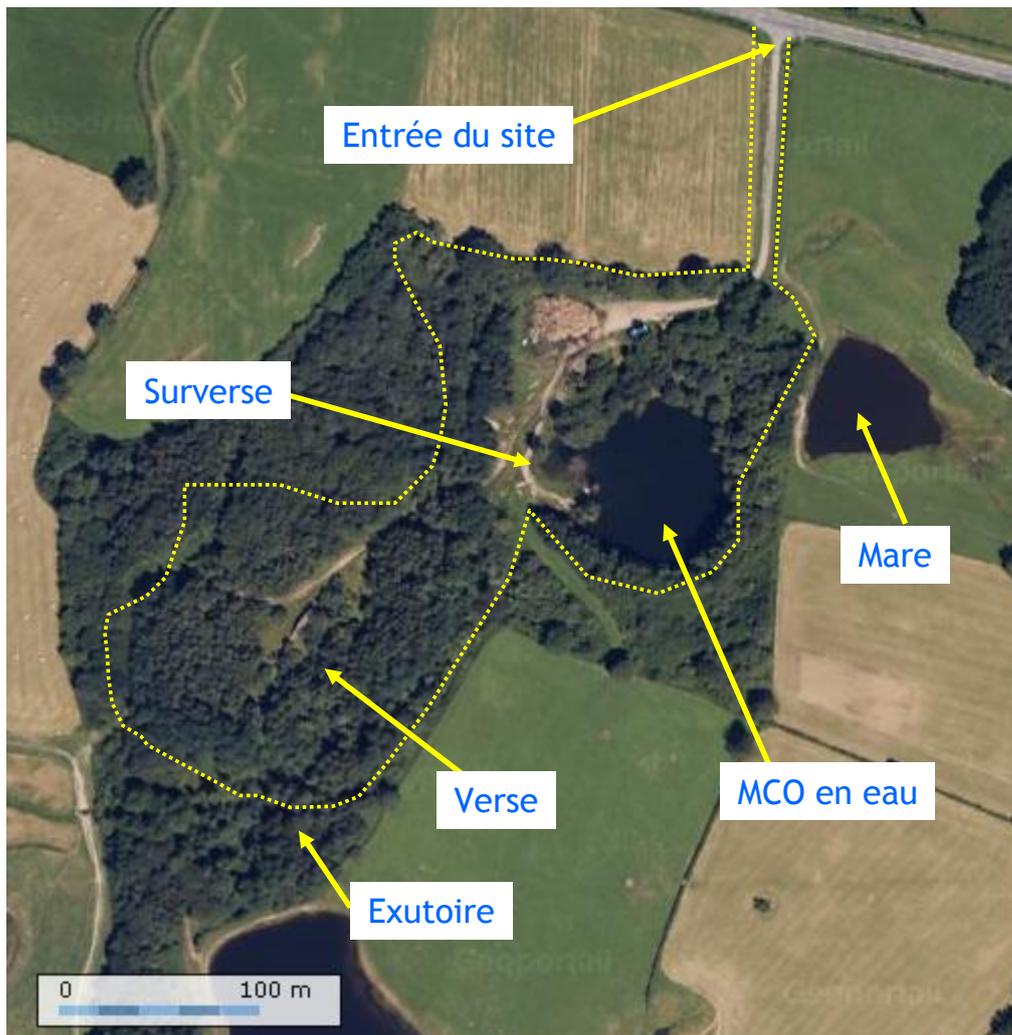


Figure 1 : Vue aérienne du site Les Chaumottes (d'après Géoportail)

1. NATURE DES TRAVAUX MINIERS ET REAMENAGEMENTS

Type de travaux	Mine à ciel ouvert
Période d'exploitation	Décembre 1971 à mai 1973
Production d'uranium (T)	51,214
Réaménagements réalisés	La MCO a été réaménagée en plan d'eau. La verse à stériles a été remodelée (écrêtement du sommet et adoucissement des talus et ensemencement). Il n'y a pas de clôture autour de la fosse.
Fin des réaménagements	1993
Réalisation en cours	
Projets futurs	
Surveillance	

Source principale : Areva

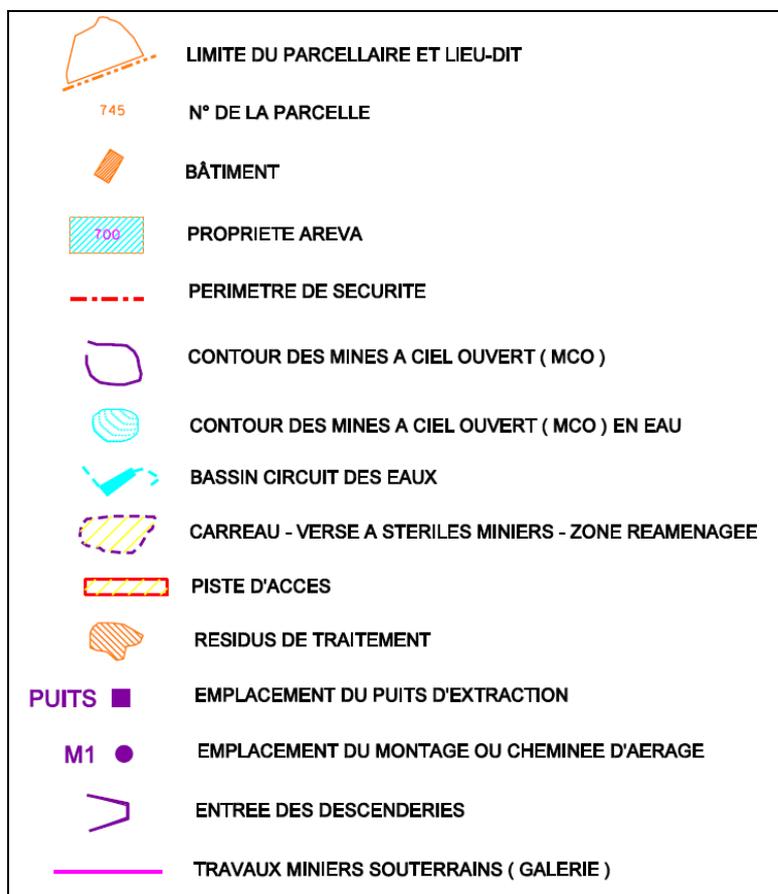
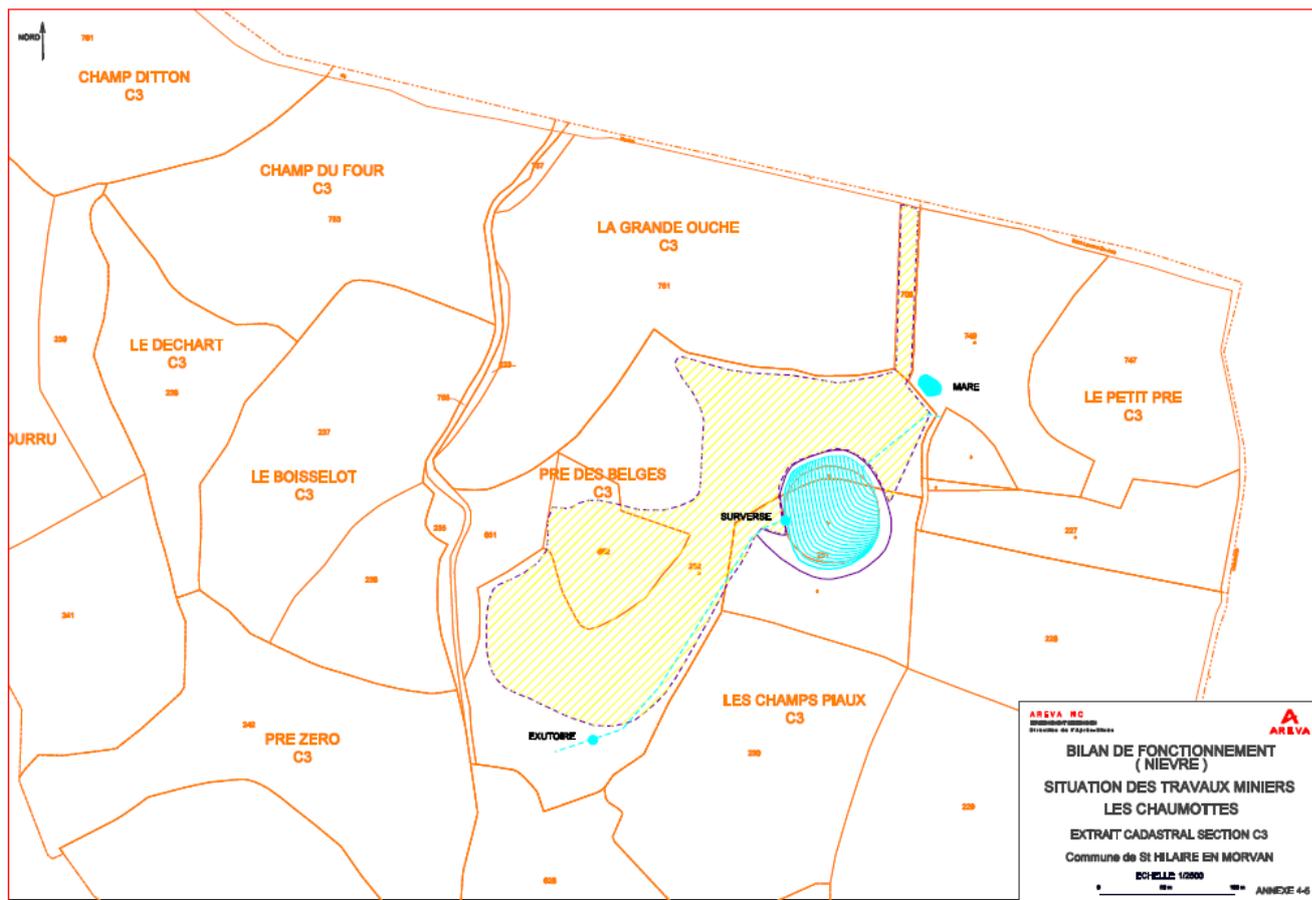


Figure 2 : Situation des travaux miniers sur le site Les Chaumottes (source Areva [3])

2. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DU SITE ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE SURFACE

Le site des Chaumottes est localisé à environ 1,7 km au Sud-ouest de Saint-Hilaire-en-Morvan (figures 1 à 3). Le paysage environnant est vallonné et constitué de bois et prairies.

Les eaux du site se jettent dans un ruisseau affluent de la rivière Le Garat ; des écoulements peuvent également exister vers la rivière Le Veynon (figure 3).

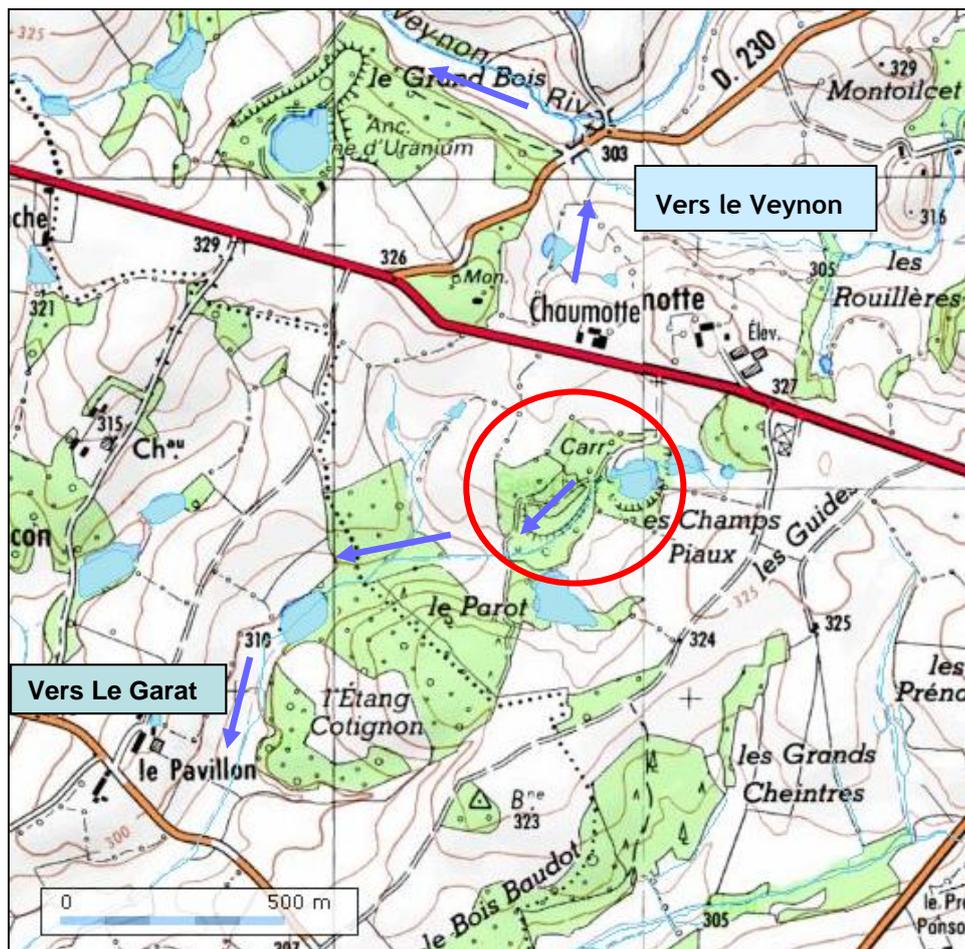


Figure 3 : Localisation du site Les Chaumottes et réseau hydrographique de surface à proximité de l'ancien site minier ; les flèches bleues indiquent le sens des écoulements connus (sur fonds Géoportail)

3. OBSERVATIONS DE TERRAIN

Date de la visite et contexte	
20 juillet 2011 dans le cadre des contrôles de second niveau du programme MIMAUSA	
Objectifs de la visite	
Préciser l'usage et l'accès au site. Effectuer des mesures radiométriques sur site. Vérifier l'absence ou la présence de bassins de décantation. Réaliser des prélèvements d'eau sur site, et en champs proche et éloigné du site (amont et aval).	
Personnes présentes	
Adjoint à Mme Le Maire de Saint-Hilaire en Morvan et propriétaire. Un représentant de l'ASN de Dijon (M. Pinson).	
Ouvrages visibles	Coordonnées GPS (Lambert 93)
MCO en eau	X = 766440 ; Y = 6662995
Verse	X = 766240 ; Y = 6662930
Existence d'une convention d'usage particulière	Non

3.1. OBSERVATIONS DE LA SITUATION ACTUELLE

Le site est accessible par la route départementale 978. Propriété privée, l'entrée du site est matérialisée par un portail franchissable (figure 4). Le site est ceinturé par un grillage en fils barbelés fixés sur des poteaux en bois. La fosse en eau est accessible. Aucun panneau n'indique l'existence d'un danger lié à l'excavation (figure 5).



Figure 4 : Portail et chemin d'accès au site Les Chaumottes.



Figure 5 : MCO en eau du site Les Chaumottes (prélèvement M_CHAU_MCO de l'IRSN)



Figure 6 : Verse à stériles du site Les Chaumottes.

Le plan d'eau possède une surverse, qui s'écoule dans un fossé longeant la verse à stériles au Sud-est. Le rejet du site se fait ensuite dans un ruisseau affluent de la rivière Le Garat, au Sud du site (figures 7 et 8).

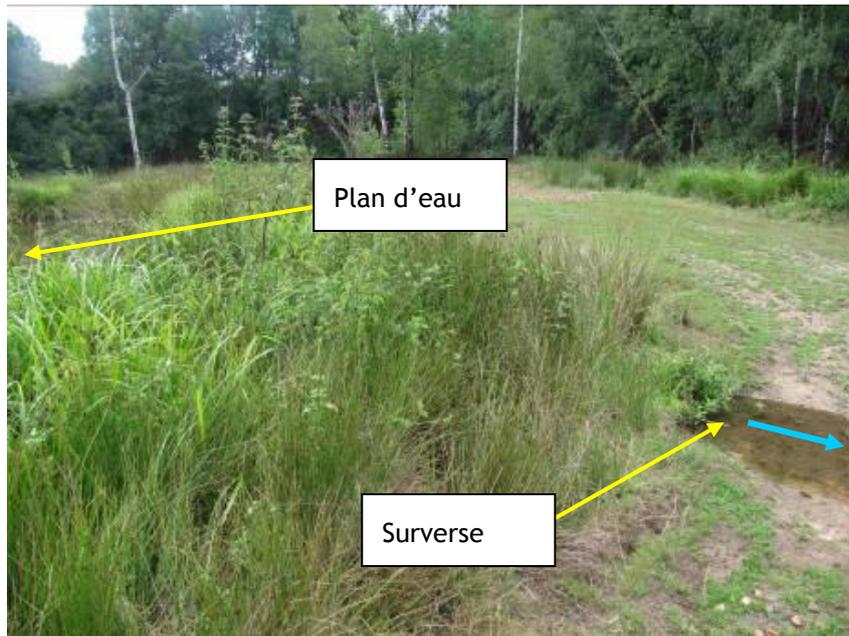


Figure 7 : Surverse du site

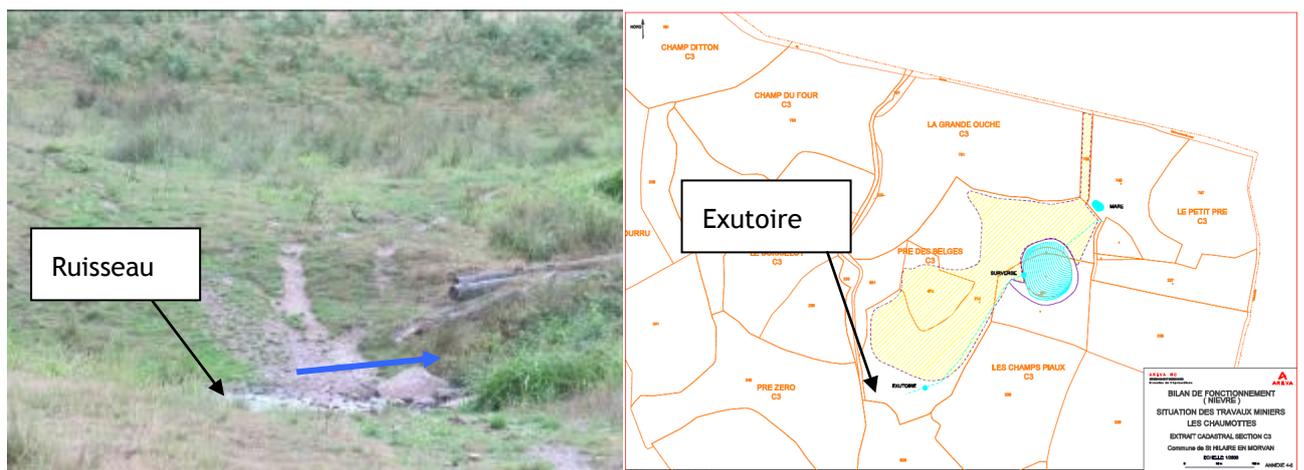


Figure 8 : Ruisseau formé par l'exutoire du site Les Chaumottes (prélèvement M_CHAU_EXU de l'IRSN).



Figure 9 : Site Les Chaumottes : entreposage de bois et d'anciens véhicules sur la zone localisée entre l'ancien carreau et la verse à stériles.

3.2. OBSERVATIONS DES USAGES ACTUELS SUR LE SITE

La MCO en eau est occasionnellement utilisée pour de la pêche privée. Le propriétaire entrepose du bois et des anciens véhicules sur le terrain et y fait paître ses ovins (figure 9).

3.3. OBSERVATIONS CONCERNANT LA SITUATION RADIOLOGIQUE

3.3.1. MESURES RADIOMETRIQUES DE SURFACE

Données Areva

Des mesures au SPPy ont été réalisées par Areva au cours de la visite d'état des lieux en juin 2009 [3] :

- aux abords de la mine à ciel ouvert et le chemin d'accès, les valeurs sont comprises entre 150 et 250 chocs/s ;
- sur l'ancienne aire de stockage du minerai, elles sont comprises entre 1000 et 2500 chocs/s ;
- sur la verse à stériles, elles sont comprises entre 300 et 600 chocs/s ;
- aux abords de la mare localisée au Nord du site (hors périmètre du site), elles sont de l'ordre de 11500 chocs/s au sol ;
- dans le milieu naturel, les valeurs sont de l'ordre de 100 à 120 chocs/s.

Contrôles IRSN.

Des mesures de débits de dose ont été effectuées par l'IRSN à environ 50 cm au-dessus du sol. Les résultats obtenus ont été reportés sur la figure 10. Ils ne résultent pas d'un balayage systématique de toutes les zones concernées par l'ancien site minier mais d'un balayage au gré des déplacements réalisés au cours de la visite du site. Les débits de dose mesurés dans l'environnement naturel sont de l'ordre de 120 à 300 nSv/h.

Les résultats des mesures de l'IRSN (figure 10) confirment globalement de manière qualitative les variations mentionnées par Areva.

Sur le chemin d'accès à l'ancien site, les débits de dose peuvent atteindre 1300 nSv/h, soit 6 fois les niveaux mesurés dans le milieu naturel. Sur l'ancien carreau, ils peuvent atteindre 941 nSv/h. Au niveau de la zone comprise entre l'ancien carreau et la verse, les débits dose peuvent atteindre localement environ 3000 nSv/h, soit 10 fois les niveaux mesurés dans le milieu naturel. Sur la verse à stériles, les débits de dose atteignent localement environ 1200 nSv/h. Les débits de dose mesurés à proximité de la fosse en eau et de l'exutoire du site sont plus faibles, de l'ordre de 400 nSv/h.

Les niveaux radiométriques anormaux mis en évidence par Areva à proximité de la mare située au Nord-est du site ont été confirmés par les mesures de l'IRSN : les débits dose sont de l'ordre de 5000 nSv/h sur une zone de 1 à 2 m², à l'entrée de la parcelle attenante au site, au Nord-est, où est localisée la mare (figures 10 et 11).



Figure 10 : Résultats des mesures radiométriques réalisées sur le site Les Chaumottes (sur fonds Géoportail)



Figure 11 : Vue de la mare localisée au Nord-est du site Les Chaumottes et sur le portail d'entrée de la parcelle concernée.

3.3.2. ANALYSES DES EAUX SOUS INFLUENCE POTENTIELLE DU SITE

Données Areva

Au cours de la campagne de mesure de 2009, Areva a procédé à plusieurs prélèvements d'eaux :

- un échantillon dans la mine à ciel ouvert (CHT MCO, figure 12) ; les teneurs en uranium et en

radium 226 dans la fraction soluble de l'échantillon étaient de $3,6 \mu\text{g.l}^{-1}$ et 60mBq.l^{-1} respectivement ;

- un échantillon d'eau dans le fossé recevant la surverse du plan d'eau, en aval de la verse à stériles (CHT EXU, figure 12) ; les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction soluble de l'échantillon étaient de $5,3 \mu\text{g.l}^{-1}$ et 60mBq.l^{-1} respectivement ;
- un échantillon d'eau dans la mare située en bordure du chemin d'accès au Nord du site (CHT MARE, figure 12) ; les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction soluble de l'échantillon étaient $<1 \mu\text{g.l}^{-1}$ et de 50mBq.l^{-1} respectivement ;
- un échantillon d'eau dans un ruisseau affluent du Veynon au Nord du site (CHT RU, figure 12); les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction soluble de l'échantillon étaient $<1 \mu\text{g.l}^{-1}$ et de 30mBq.l^{-1} respectivement.

Areva a procédé à un prélèvement d'eau dans la rivière le Veynon, en amont de tous les sites de la Nièvre (VEY RUA). Les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction soluble de l'échantillon étaient $<1 \mu\text{g.l}^{-1}$ et 20mBq.l^{-1} respectivement.

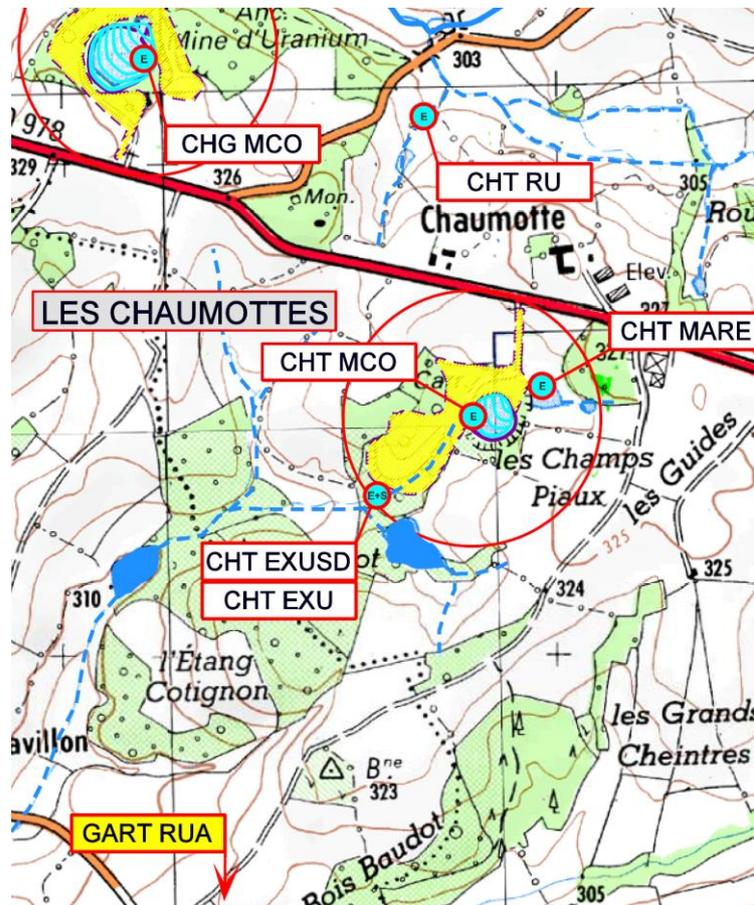


Figure 12 : points de prélèvements d'Areva de 2009

Contrôles IRSN.

Six prélèvements d'eau ont été effectués par l'IRSN sur le site et en champ proche et éloigné (figures 13 à 19) :

- Dans la mine à ciel ouvert (contrôle du point AREVA) ;
- Dans le ruisseau constituant l'exutoire du site (contrôle du point AREVA) ;

- Dans un ruisseau en aval de l'étang de Cotignon en aval du site ;
- Dans un étang alimenté par un ruisseau affluent du Veynon au Nord du site en aval ;
- Dans la rivière Le Garat en amont du site (contrôle du point AREVA) ;
- Dans la rivière Le Garat en aval du site.

Les résultats des analyses radiologiques sur les échantillons d'eau sont synthétisés dans le Tableau 1.

Les résultats d'analyses de l'eau prélevée dans la MCO indique des concentrations en uranium et en radium 226 (fraction totale) du même ordre de grandeur que les résultats d'Areva.

Les analyses de l'eau prélevée dans le ruisseau constituant l'exutoire du site indiquent des concentrations en uranium et en radium 226 élevées notamment dues aux concentrations mesurées dans la fraction particulaire : $(11,2 \pm 1,1) \mu\text{g.l}^{-1}$ pour l'uranium et $(149 \pm 34) \text{mBq.l}^{-1}$ pour le radium 226. Ces valeurs sont supérieures à celles généralement mesurées pour des eaux de surface dans des contextes géologiques similaires.

Deux prélèvements d'eau ont été réalisés en champ un peu plus éloigné en aval, au Sud et au Nord du site (M_CHAU_ETG1 et M_CHAU_ETG2): Les résultats des analyses en uranium et en radium 226 indiquent des concentrations de l'ordre de celles généralement mesurées dans des eaux de surface dans des contextes géologiques similaires.

Les analyses réalisées dans la rivière Le Garat (M_GAR_RUA et M_GAR_RUB) montrent des concentrations en uranium et en radium 226 du même ordre de grandeur en amont et en aval du site.

Les résultats soulignent une incidence du site sur le ruisseau situé en aval immédiat. Cette incidence reste limitée au champ proche et ne devient plus perceptible dès quelques centaines de mètres en aval.

Tableau 1 : Résultats des analyses radiologiques sur les eaux prélevées aux abords du site Les Chaumottes

		Uranium ($\mu\text{g.l}^{-1}$)		Radium 226 (mBq.l^{-1})	
		dissous	particulaire	dissous	particulaire
M_CHAU_MCO	Eau de la MCO	$1,7 \pm 0,17$ *		49 ± 17 *	
M_CHAU_EXU	Exutoire : ruisseau	$3,8 \pm 0,4$	$11, 2 \pm 1,1$	43 ± 18	149 ± 34
M_CHAU_ETG1	Eau du ruisseau en aval de l'étang de Cotignon	$0,73 \pm 0,07$ *		35 ± 13 *	
M_CHAU_ETG2	Eau d'un étang alimenté par un ruisseau affluent du Veynon au Nord du site en aval	$0,43 \pm 0,043$	$0,276 \pm 0,028$	<15	15 ± 11
M_GAR_RUA	Rivière Le Garat, en amont du site	$0,34 \pm 0,03$	$0,70 \pm 0,07$	<15	120 ± 27
M_GAR_RUB	Rivière Le Garat, en aval du site	$0,50 \pm 0,05$	$1,86 \pm 0,19$	16 ± 7	36 ± 25

* Uranium ou Radium 226 total

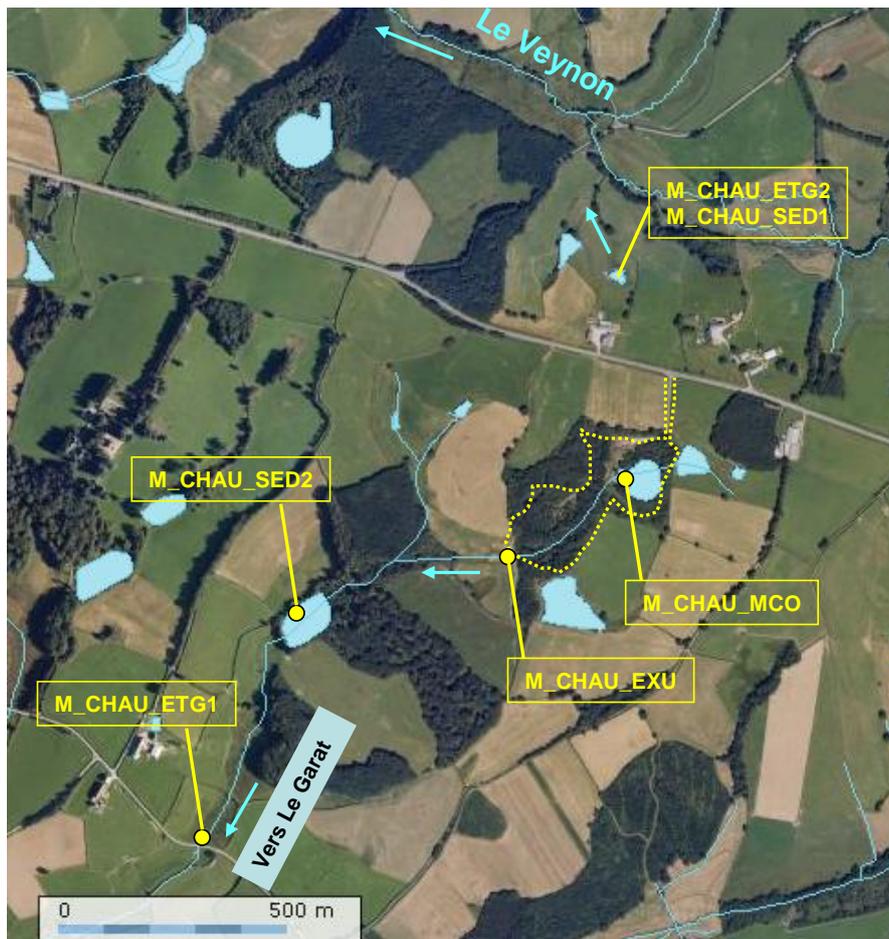


Figure 13 : Localisation des prélèvements d'eau et de sédiments de l'IRSN sur le site Les Chaumottes et à ses abords

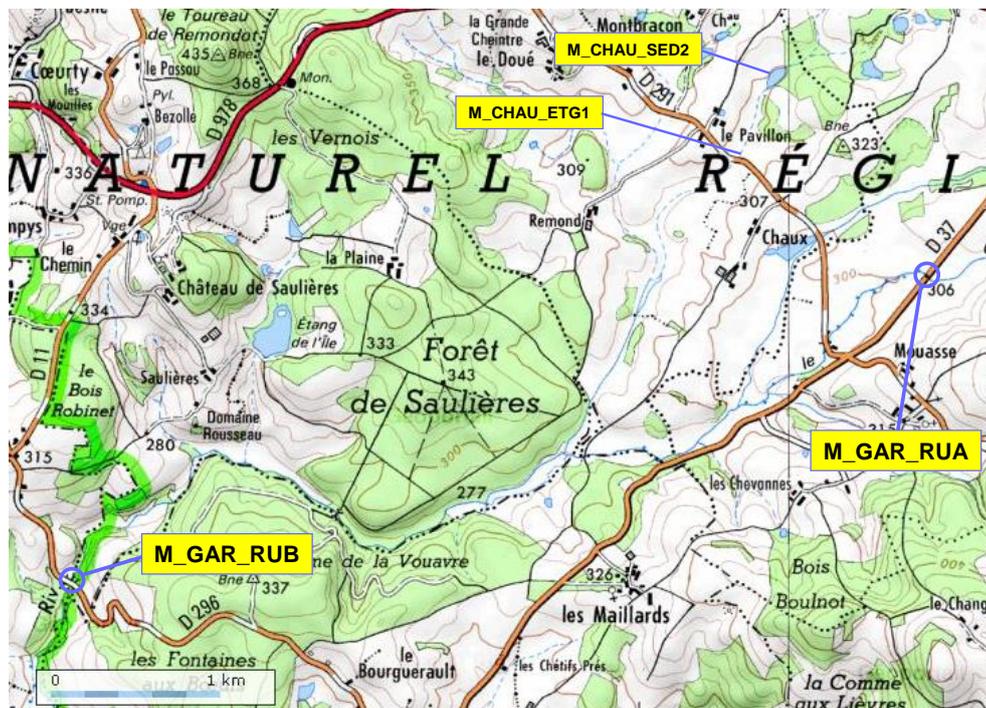


Figure 14 : Localisation des prélèvements d'eau de l'IRSN réalisés dans le Garat en amont (M_GAR_RUA) et en aval (M_GAR_RUB), en champ éloigné du site Les Chaumottes.



Figure 15 : Vue de l'étang où le prélèvement d'eau M_CHAU_ETG2 et le prélèvement de sédiments M_CHAU_SED1 de l'IRSN ont été réalisés.



Figure 16 : Vue de l'étang de Cotignon où le prélèvement de sédiments M_CHAU_SED2 de l'IRSN a été réalisé.



Figure 17 : Vue du ruisseau en aval de l'étang de Cotignon (prélèvement d'eau M_CHAU_ETG1 de l'IRSN).



Figure 18 : Vue sur le Garat en amont du site Les Chaumottes (prélèvement d'eau M_GAR_RUA de l'IRSN).



Figure 19 : Vue sur le Garat en aval du site Les Chaumottes (prélèvement d'eau M_GAR_RUB de l'IRSN).

3.3.3. ANALYSES DES SEDIMENTS DANS LES PLANS D'EAU

POTENTIELLEMENT SOUS INFLUENCE DU SITE

Données Areva

Au cours de la campagne de mesure de 2009, Areva a procédé à un prélèvement de sédiments dans le fossé recevant la surverse du plan d'eau, en aval de la verse à stériles au niveau de l'exutoire (CHT EXUSD, figure 12). Les activités en uranium 238, radium 226, plomb 210 et thorium 230 étaient respectivement de 1660, 1690, 1380 et 1920 Bq.kg⁻¹ de matière sèche.

Contrôle IRSN.

Deux prélèvements de sédiments ont été effectués, en compléments, par l'IRSN dans deux étangs privés situés en aval du site, l'un dans un étang alimenté par un ruisseau affluent du Veynon au Nord (M_CHAU_SED1, figure 15) et l'autre dans l'étang de Cotignon situé au Sud-ouest du site (M_CHAU_SED2, figure 16). Des prélèvements d'eau ont également été réalisés dans ces étangs (voir 3.3.2).

Les résultats de l'analyse de la composition radiologique par spectrométrie gamma des sédiments sont synthétisés dans le Tableau 2.

L'activité massique de ²³⁸U peut être assimilée à celle de ^{234m}Pa soit **220 ± 60 Bq.kg⁻¹ sec** pour l'échantillon M_CHAU_SED1 et **230 ± 50 Bq.kg⁻¹ sec** pour l'échantillon M_CHAU_SED2. Celle du ²²⁶Ra peut être assimilée à l'activité massique du ²¹⁴Pb soit **269 ± 32 Bq.kg⁻¹ sec** pour l'échantillon M_CHAU_SED1 et **204 ± 24 Bq.kg⁻¹ sec** pour l'échantillon M_CHAU_SED2.

Ces activités sont du même ordre de grandeur que celles généralement mesurées dans des sédiments du milieu naturel, dans des contextes géologiques similaires, hors influence des anciens sites miniers.

Tableau 2 : Résultats de l'analyse par spectrométrie gamma des sédiments prélevés aux abords du site Les Chaumottes

Echantillons	Activité (Bq.kg ⁻¹ sec)						
	^{234m} Pa	²¹⁴ Pb	²¹⁴ Bi	²¹⁰ Pb	²³⁵ U	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs
M_CHAU_SED1	220	269	227	287	15,3	1340	0,82
Incertitude	60	32	26	29	4,7	150	0,36
Débit de dose in situ (nSv.h ⁻¹)	200						
M_CHAU_SED2	230	204	171	180	10,9	1440	4,7
Incertitude	50	24	19	19	4	160	0,7
Débit de dose in situ (nSv.h ⁻¹)	200						

ANNEXE 4

**Fiche d'observations de terrain, de mesures
radiométriques et d'analyses des prélèvements
effectués sur les anciens sites miniers de la Nièvre**

Site COURMONT

Site COURMONT

Région	Bourgogne	Autres sites sur la commune	/
Département	Nièvre (58)		
Commune	Châtin		
Cadastre	Section C3, parcelles 381 et 386		
Propriété	Privée		
Surface du site	2 ha 25 a		

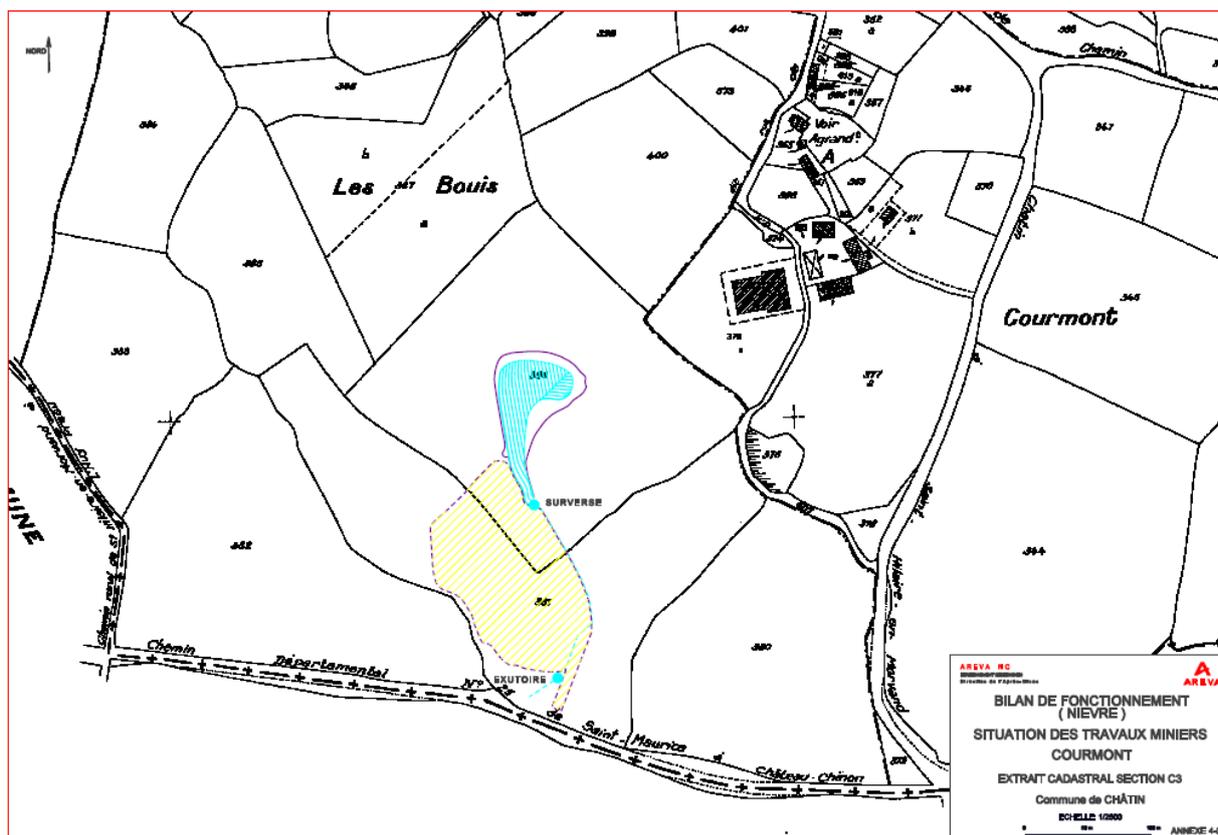


Figure 1 : Vue aérienne du site Courmont (d'après Géoportail)

1. NATURE DES TRAVAUX MINIERS ET REAMENAGEMENTS

Type de travaux	Mine à ciel ouvert
Période d'exploitation	Avril à novembre 1973
Production d'uranium (T)	7,904
Réaménagements réalisés	La MCO a été réaménagée en plan d'eau, entourée par une clôture barbelée vétuste. Le plan d'eau possède une surverse qui est dirigée via un fossé jusqu'au ruisseau situé au Sud du site. La verse à stériles a été réaménagée en prairie (remodelée et recouverte de terre végétale et ensemencée).
Fin des réaménagements	1975
Réalisation en cours	
Projets futurs	
Surveillance	

Source principale : Areva



CADC3.dgn 18/08/2010 09:38:24

Figure 2 : Situation des travaux miniers sur fonds cadastraux sur le site Courmont (source Areva [3])

2. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DU SITE ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE SURFACE

Le site de Courmont est localisé à environ 1,4 km au Sud de la commune de Châtin (figures 1 à 3). Le paysage environnant est peu vallonné et constitué de champs, de prairies et de quelques bois. La surverse du plan d'eau est dirigée vers un ruisseau affluent du Veynon au Sud (figure 3).

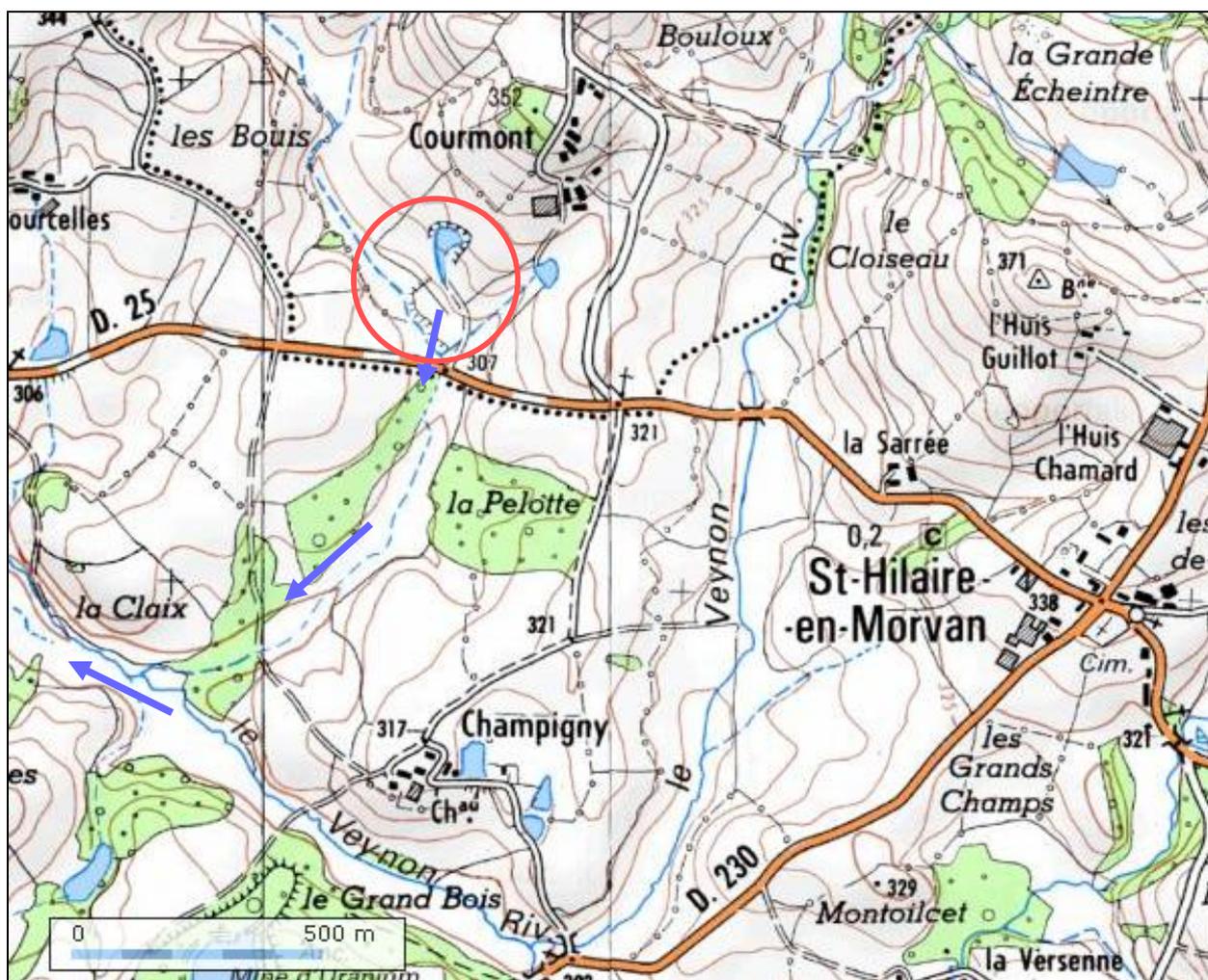


Figure 3 : Localisation du site Courmont et réseau hydrographique de surface à proximité de l'ancien site minier ; les flèches bleues indiquent le sens des écoulements connus (sur fonds Géoportail)

3. OBSERVATIONS DE TERRAIN

Date de la visite et contexte	
21 juillet 2011 dans le cadre des contrôles de second niveau du programme MIMAUSA	
Objectifs de la visite	
Préciser l'usage et l'accès au site. Réaliser des prélèvements d'eau en aval immédiat du site.	
Personnes présentes	
M. Le Maire de Châtin et le propriétaire.	
Ouvrages visibles	Coordonnées GPS (Lambert 93)
MCO en eau	X = 766098 ; Y = 6665186
Verse	X = 766090 ; Y = 6665062
Existence d'une convention d'usage particulière	Non

3.1. OBSERVATIONS DE LA SITUATION ACTUELLE

Le site est accessible par la route départementale 25. Propriété privée, le site est ceinturé par un grillage en fils barbelés fixés sur des poteaux en bois. La fosse en eau est entourée d'une clôture en fils barbelés (figures 4 et 5).

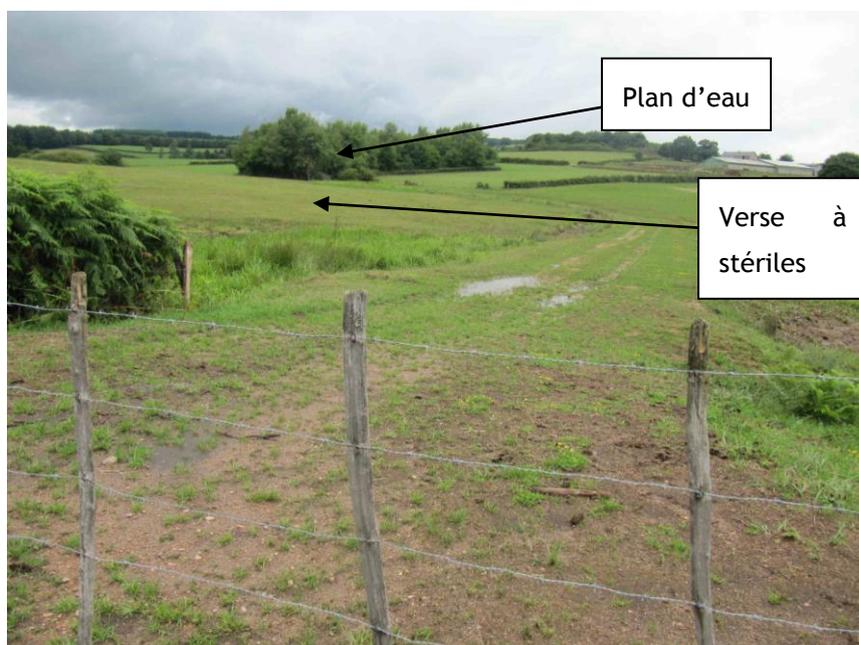


Figure 4 : Entrée et chemin d'accès au site Courmont.

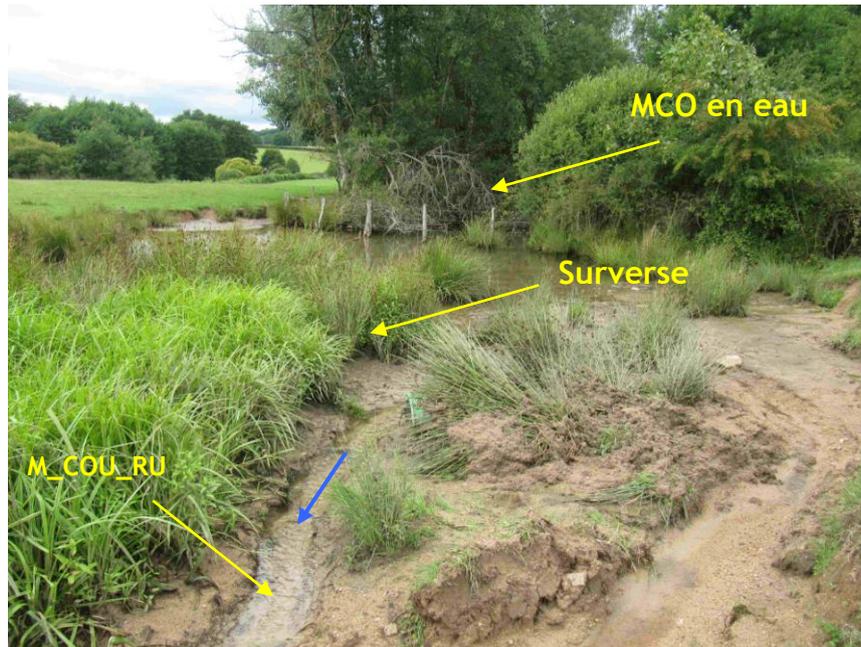


Figure 5 : MCO en eau et surverse (prélèvement M_COU_RU de l'IRSN) du site Courmont

Le plan d'eau possède une surverse localisée au Sud. Les eaux sont ensuite dirigées via un fossé jusqu'à un ruisseau affluent du Veynon (figure 5).

La verse a été réaménagée en prairie (figure 6). Une zone humide existe en bordure de la surverse du plan d'eau.



Figure 6 : Verse à stériles du site Courmont.

3.2.OBSERVATIONS DES USAGES ACTUELS SUR LE SITE

L'ancien site minier est une propriété privée. Le terrain est entretenu par le propriétaire. La MCO en eau a été empoisonnée. Elle est occasionnellement utilisée pour de la pêche privée. La prairie est

utilisée en pâture. Le propriétaire a le projet de réaliser un système de pompage de l'eau de la MCO afin d'abreuver son bétail en hiver en période de stabulation (ferme située au Nord du site).

3.3. OBSERVATIONS CONCERNANT LA SITUATION RADIOLOGIQUE

3.3.1. MESURES RADIOMETRIQUES DE SURFACE

Données Areva

Des mesures au SPPy ont été réalisées par Areva au cours de la visite d'état des lieux en juin 2009 [3]. Le milieu naturel est caractérisé par des valeurs de l'ordre de 100 à 120 chocs/s. La verse à stériles présente des valeurs comprises entre 250 et 500 chocs/s (avec ponctuellement des valeurs autour de 900 chocs/s au contact du sol).

Contrôles IRSN.

Des mesures de débits de dose ont été effectuées par l'IRSN à environ 50 cm au-dessus du sol. Les résultats obtenus ont été reportés sur la figure 7. Ils ne résultent pas d'un balayage systématique de toutes les zones concernées par l'ancien site minier mais d'un balayage au gré des déplacements réalisés au cours de la visite du site. Les débits de dose mesurés dans l'environnement naturel sont de l'ordre de 120 à 300 nSv/h.

Les résultats des mesures de l'IRSN confirment globalement de manière qualitative les valeurs relevées par Areva.

Au niveau de l'entrée du site, les débits de dose sont compris entre 355 et 420 nSv/h. Sur le chemin d'accès à l'ancien site, les débits de dose peuvent atteindre environ 700 nSv/h, soit plus de 2,3 fois les niveaux mesurés dans le milieu naturel. Sur la verse à stériles, les débits dose peuvent atteindre localement environ 1000 nSv/h, soit plus de 3 fois les niveaux mesurés dans le milieu naturel.

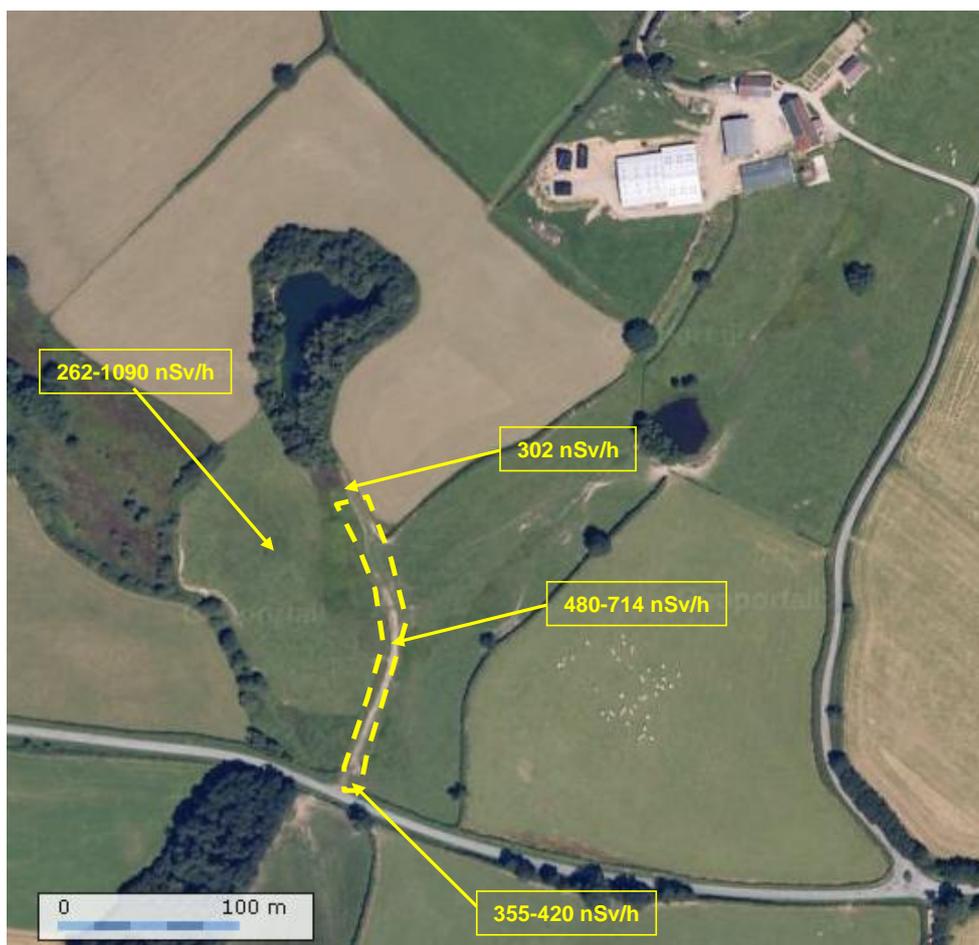


Figure 7 : Résultats des mesures radiométriques réalisées sur le site Courmont (sur fonds Géoportail)

3.3.2. ANALYSES DES EAUX SOUS INFLUENCE POTENTIELLE DU SITE

Données Areva

Au cours de la campagne de mesure de 2009, Areva a procédé à plusieurs prélèvements d'eaux :

- un échantillon au niveau de la surverse de la mine à ciel ouvert (CMT MCO, figure 8) ; les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction soluble de l'échantillon étaient de $1,8 \mu\text{g.l}^{-1}$ et 60 mBq.l^{-1} respectivement ;
- un échantillon d'eau dans le ruisseau recevant la surverse du plan d'eau, affluent du Veynon (CMT RU, figure 8); les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction dissoute de l'échantillon étaient de $1,2 \mu\text{g.l}^{-1}$ et 50 mBq.l^{-1} respectivement ;

Areva a procédé à un prélèvement d'eau dans la rivière le Veynon, en amont de tous les sites du département de la Nièvre (VEY RUA). Les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction dissoute de l'échantillon étaient $<1 \mu\text{g.l}^{-1}$ et 20 mBq.l^{-1} respectivement.

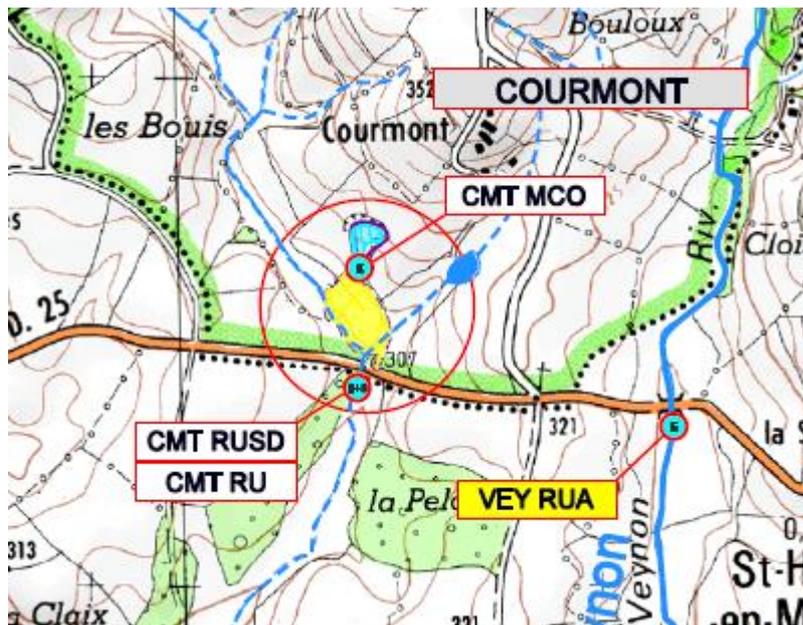


Figure 8 : Points de prélèvements d'Areva en 2009

Contrôles IRSN.

Un prélèvement d'eau a été effectué par l'IRSN sur le site, au niveau de la surverse de la mine à ciel ouvert (M_COUR_RU, figures 5 et 9)

Les résultats des analyses radiologiques sur l'échantillon d'eau sont synthétisés dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Résultats des analyses radiologiques sur l'eau prélevée aux abords du site Courmont

		Uranium ($\mu\text{g.l}^{-1}$)		Radium 226 (mBq.l^{-1})	
		dissous	particulaire	dissous	particulaire
M_COUR_RU	Surverse de la MCO	$1,29 \pm 0,13$	$1,14 \pm 0,11$	143 ± 34	32 ± 11

Les résultats d'analyses indiquent des concentrations en uranium du même ordre de grandeur que les résultats d'Areva. Les concentrations en radium 226 sont plus élevées que celles fournies par Areva : $175 \pm 45 \text{ mBq.l}^{-1}$ au total. Ces valeurs sont supérieures à celles généralement mesurées pour des eaux de surface dans des contextes géologiques similaires et indiquent un marquage en radium 226 des eaux à l'aval immédiat du site.



Figure 9 : Localisation des prélèvements d'eau de l'IRSN sur le site Courmont

3.3.3. ANALYSES DE SEDIMENTS

Un prélèvement de sédiments était prévu dans l'étang situé à l'Est du site (figures 9 et 10). Il a été constaté l'absence de sédiments au fond de l'étang.



Figure 10 : Vue de l'étang privé situé à l'Est du site Courmont

ANNEXE 5

**Fiche d'observations de terrain, de mesures
radiométriques et d'analyses des prélèvements
effectués sur les anciens sites miniers de la Nièvre**

Site GRANDRY

Site GRANDRY

Région	Bourgogne	Autre site sur la commune	Vaussegré
Département	Nièvre (58)		
Commune	Dun-sur-Grandry		
Cadastre	Section A2, parcelles 386-387-496		
Propriété	Privée		
Surface du site	3 ha 10 a		

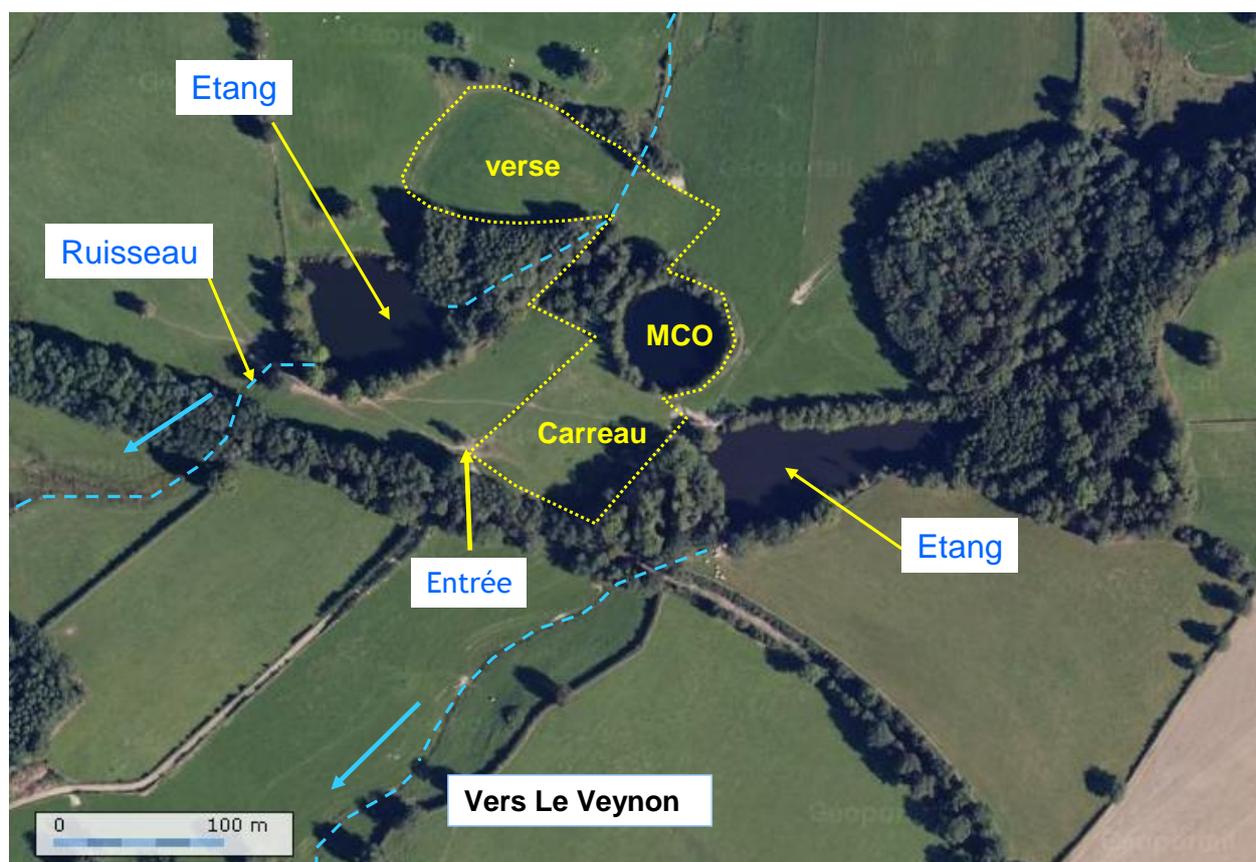
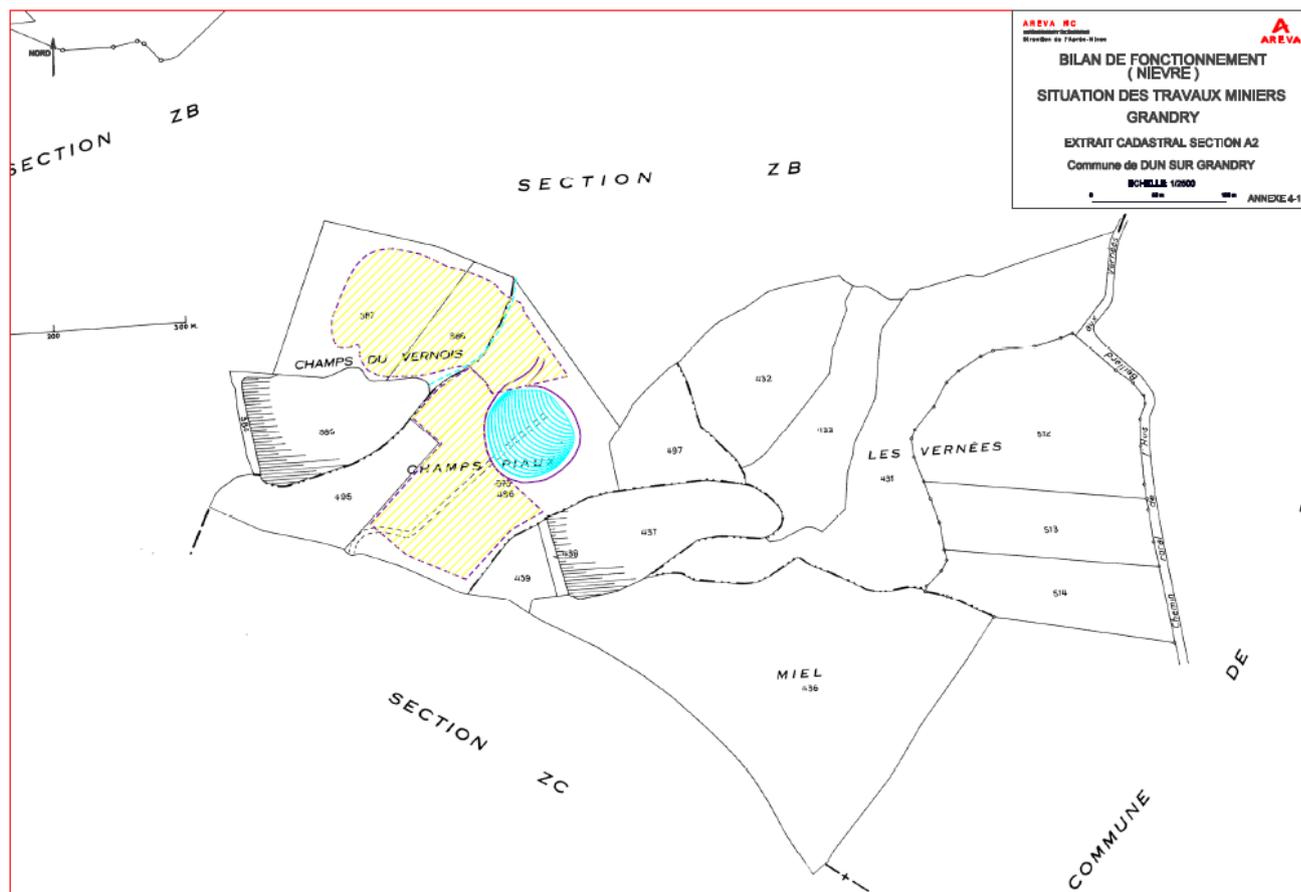


Figure 1 : Vue aérienne du site Grandry (d'après Géoportail)

1. NATURE DES TRAVAUX MINIERS ET REAMENAGEMENTS

Type de travaux	Mine à ciel ouvert
Période d'exploitation	Avril 1974 à mai 1975
Production d'uranium (T)	14,185
Réaménagements réalisés	A la fin de l'exploitation, la fosse a été réaménagée en plan d'eau (cote eau 290 m NGF). La verse à stériles a été entièrement remodelée, puis recouverte de terre végétale et ensemencée. L'ancienne aire de stockage de minerai a été également recouverte de terre végétale.
Fin des réaménagements	1975
Réalisation en cours	
Projets futurs	
Surveillance	

Source principale : Areva



CADA2.dan 18/08/2010 09:35:49

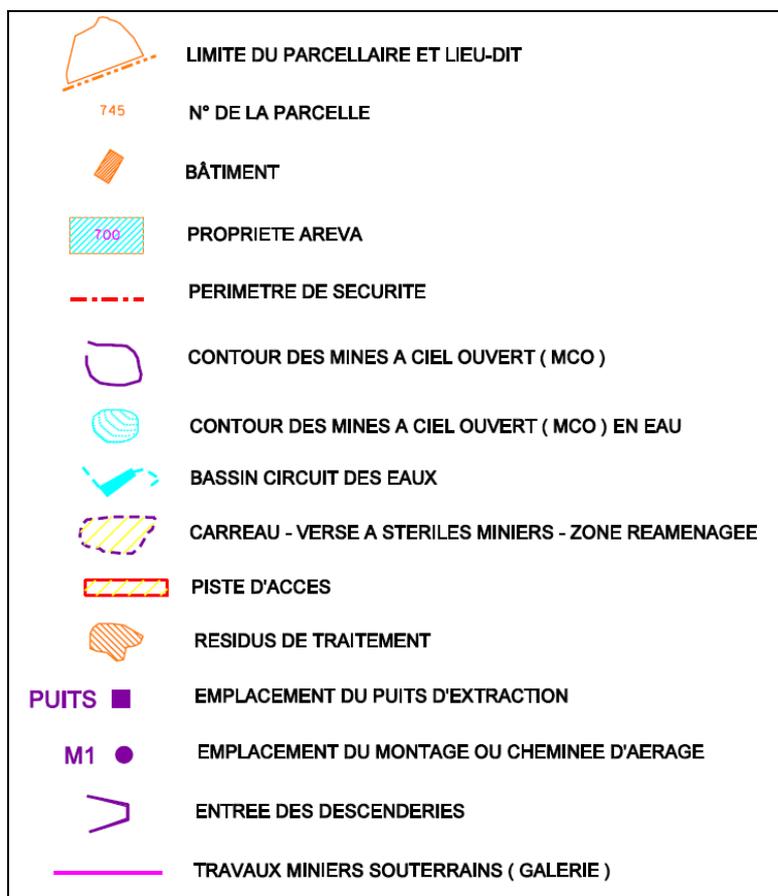


Figure 2 : Situation des travaux miniers sur fonds cadastraux sur le site Grandry (source Areva [3])

2. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DU SITE ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE SURFACE

Le site de Grandry est localisé à environ 2,4 km au Nord-est de Dun-sur-Grandry (figures 1 à 3). Le paysage environnant est vallonné et constitué de bois et prairies.

Aucune surverse du plan d'eau n'a été repérée. Un ruisseau, affluent du Veynon, traverse la verse à stériles au Nord-ouest de la fosse, avant de se jeter dans l'étang localisé à l'Ouest du site (figure 3).

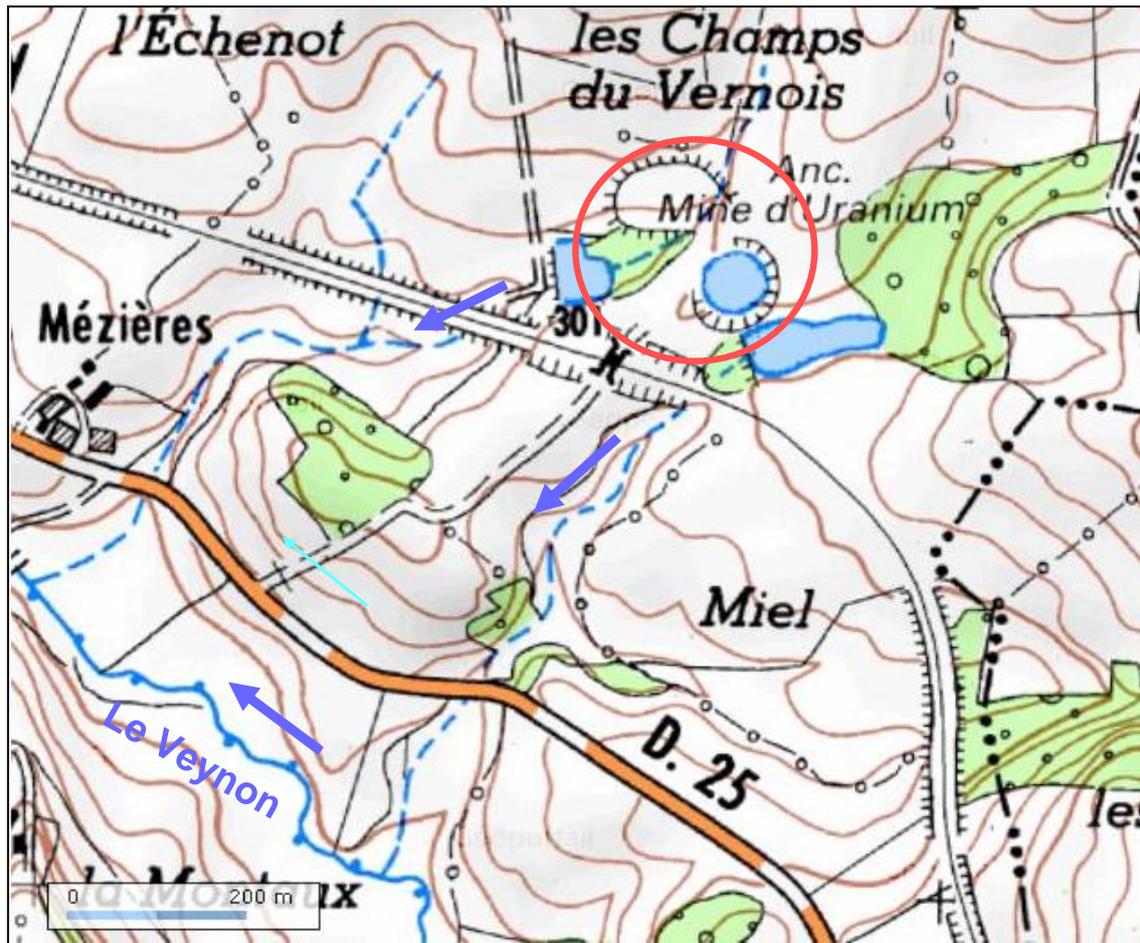


Figure 3 : Localisation du site Grandry et réseau hydrographique de surface à proximité de l'ancien site minier ; les flèches bleues indiquent le sens des écoulements connus (sur fonds Géoportail)

3. OBSERVATIONS DE TERRAIN

Date de la visite et contexte	
21 juillet 2011 dans le cadre des contrôles de second niveau du programme MIMAUSA	
Objectifs de la visite	
Préciser l'usage et l'accès au site. Effectuer des mesures radiométriques sur site, en particulier au niveau de l'ancien carreau. Réaliser des prélèvements d'eau sur site notamment en aval de la verse à stériles, et en champs proche et éloigné du site (amont et aval). Réaliser des prélèvements de sédiments dans les deux étangs en aval du site.	
Personnes présentes	
M. Le Maire de Dun-sur-Grandry.	
Ouvrages visibles	Coordonnées GPS (Lambert 93)
MCO en eau	X = 762345 ; Y = 6666223
Verse	X = 762273 ; Y = 6666318
Emplacement de l'ancien carreau	X = 762298 ; Y = 6666153

3.1. OBSERVATIONS DE LA SITUATION ACTUELLE

Le site est accessible par la route départementale 25. Propriété privée, le site s'étend sur plusieurs parcelles entourées par un grillage en fils barbelés fixés sur des poteaux en bois et dont les entrées sont matérialisées par des portails franchissables (figures 4 à 6). La fosse en eau est entourée d'une clôture en fils barbelés (figures 7 et 8).



Figure 4 : Portail et chemin d'accès au site Grandry.

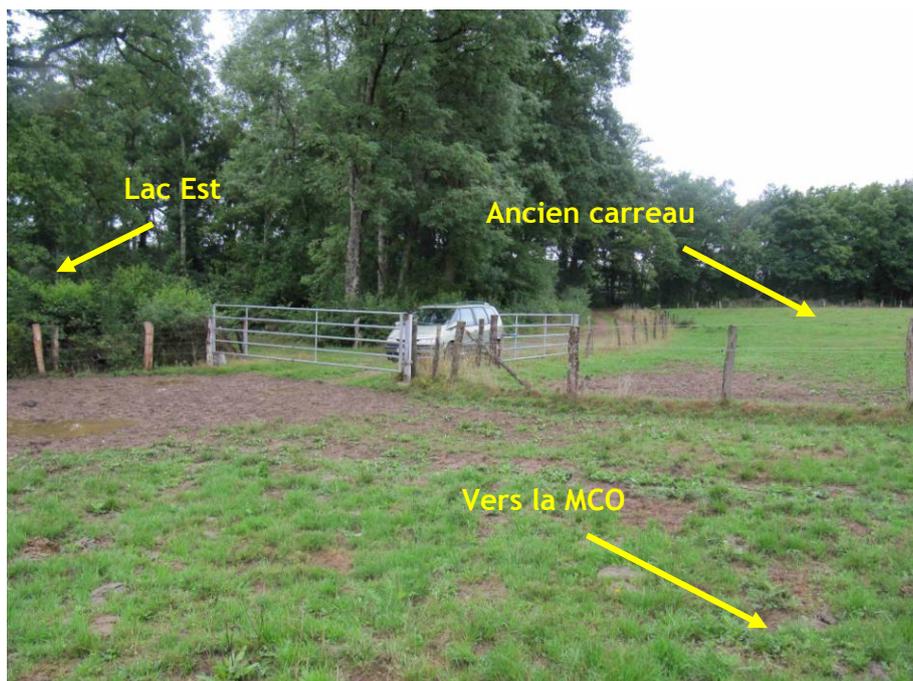


Figure 5 : Un des portails d'accès au site Grandry



Figure 6 : Portail d'accès vers l'ancien carreau du site Grandry



Figure 7 : Vue de la clôture de la MCO du site Grandry



Figure 8 : Vue de la MCO du site Grandry

Un ruisseau traverse la verse à stériles puis se jette dans l'étang localisé à l'Ouest du site. (figures 9 et 10).



Figure 9 : Vue sur la verse du site Grandry (gauche) et vue vers le pied de verse (pente abrupt en forêt) d'où ressort le ruisseau qui se jette ensuite dans l'étang à l'Ouest du site (droite)

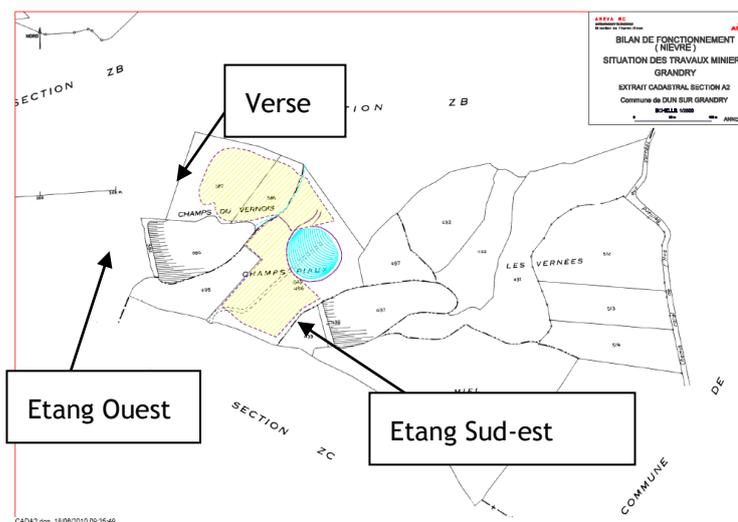


Figure 10 : Vue de l'étang localisé à l'Ouest du site Grandry et recevant les eaux du ruisseau qui traverse la verse à stériles (prélèvement M_GRAN_SED1 de l'IRSN)



Figure 11 : Vue de l'étang localisé au Sud-est du site Grandry (prélèvement M_GRAN_SED2 de l'IRSN) et en aval du site Outeloup (voir annexe 8).

3.2.OBSERVATIONS DES USAGES ACTUELS SUR LE SITE

L'ancien site minier est une propriété privée. Les parcelles sont entretenues par le propriétaire. Les terrains sont utilisés comme pâturages. L'usage des étangs n'a pas pu être précisé.

3.3.OBSERVATIONS CONCERNANT LA SITUATION RADIOLOGIQUE

3.3.1. MESURES RADIOMETRIQUES DE SURFACE

Données Areva

Des mesures au SPPy ont été réalisées par Areva au cours de la visite d'état des lieux en juin 2009 [3] : aux abords de la mine à ciel ouvert et le chemin d'accès, les valeurs sont comprises entre 150 et 250

chocs/s, sur l'ancienne aire de stockage du minerai, elles sont comprises entre 250 et 400 chocs/s, sur la verse à stériles, elles sont comprises entre 200 et 300 chocs/s (milieu naturel de l'ordre de 100 à 120 chocs/s).

Contrôles IRSN.

Des mesures de débits de dose ont été effectuées par l'IRSN à environ 50 cm au-dessus du sol. Les résultats obtenus ont été reportés sur la figure 12. Ils ne résultent pas d'un balayage systématique de toutes les zones concernées par l'ancien site minier mais d'un balayage au gré des déplacements réalisés au cours de la visite du site. Les débits de dose mesurés dans l'environnement naturel sont de l'ordre de 120 à 300 nSv/h.

Les résultats des mesures de l'IRSN sont supérieurs aux valeurs rapportées par Areva sur l'ancien carreau, où les débits de dose peuvent atteindre 2140 nSv/h, soit plus de 7 fois les niveaux mesurés dans le milieu naturel. Ils sont supérieurs à 1000 nSv/h sur plusieurs dizaines de m².

Sur les autres zones balayées, les débits dose sont de l'ordre de ceux caractéristiques du milieu naturel et confirment les mesures rapportées par Areva.



Figure 12 : Résultats des mesures radiométriques réalisées sur le site Grandry (sur fonds Géoportail)

3.3.2. ANALYSES DES EAUX SOUS INFLUENCE POTENTIELLE DU SITE

Données Areva

Au cours de la campagne de mesure de 2009, Areva a procédé à plusieurs prélèvements d'eaux

(figure 13) :

- un échantillon dans la mine à ciel ouvert (GDY MCO) ;
les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction dissoute de l'échantillon étaient $<1 \mu\text{g.l}^{-1}$ et 60 mBq.l^{-1} respectivement ;
- un échantillon d'eau dans le ruisseau traversant la verse à stériles et en aval immédiat de la verse (GDY VER) ;
les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction dissoute de l'échantillon étaient de $2,3 \mu\text{g.l}^{-1}$ et 80 mBq.l^{-1} respectivement ;
- un échantillon d'eau dans le ruisseau traversant la verse à stériles et en aval de l'étang situé à l'Ouest du site (GDY ETG) ;
les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction dissoute de l'échantillon étaient $<1 \mu\text{g.l}^{-1}$ et de 50 mBq.l^{-1} respectivement ;
- un échantillon d'eau dans le ruisseau situé à l'Est du site (GDY RUE) ; les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction dissoute de l'échantillon étaient $<1 \mu\text{g.l}^{-1}$ et $<20 \text{ mBq.l}^{-1}$ respectivement.

Areva a procédé à un prélèvement d'eau dans la rivière Le Veynon, en amont de tous les sites de la Nièvre (VEY RUA). Les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction dissoute de l'échantillon étaient $<1 \mu\text{g.l}^{-1}$ et 20 mBq.l^{-1} respectivement.

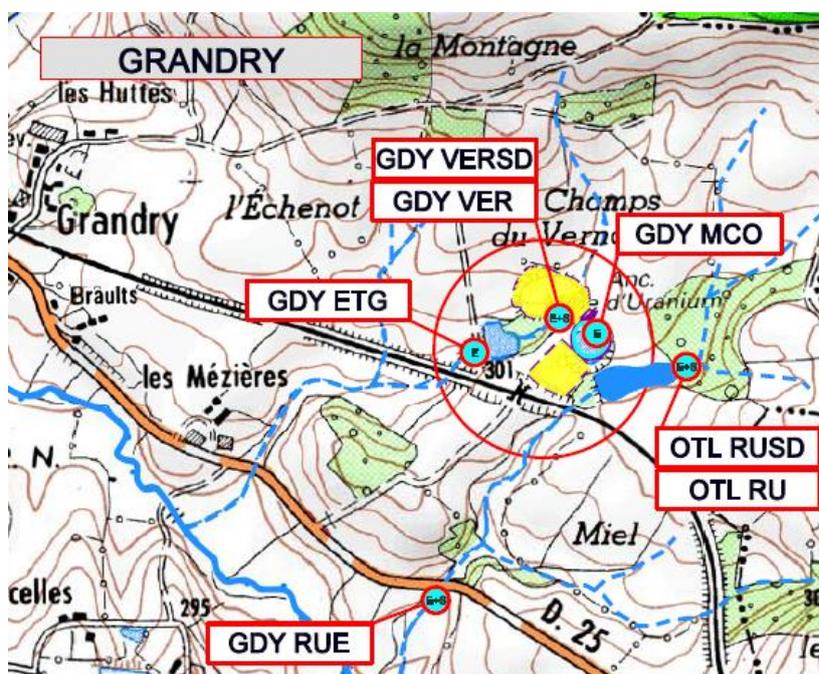


Figure 13 : Points de prélèvements d'Areva en 2009

Contrôles IRSN.

Deux prélèvements d'eau ont été effectués par l'IRSN en champ proche (figures 14 et 15), pour contrôles des mesures d'Areva :

- dans le ruisseau traversant la verse à stériles, en aval de l'étang situé à l'Ouest du site (M_GRAN_ETG1) ;
- dans le ruisseau en aval de l'étang situé à l'Est du site (M_GRAN_ETG2).

Les résultats des analyses radiologiques sur les échantillons d'eau sont synthétisés dans le Tableau 1. Ceux-ci indiquent des concentrations en uranium et en radium 226 du même ordre de grandeur que les résultats d'Areva et que les concentrations généralement mesurées dans des eaux de surface du milieu naturel hors influence d'anciens sites miniers.

Tableau 1 : Résultats des analyses radiologiques sur les eaux prélevées aux abords du site

Grandry

		Uranium ($\mu\text{g.l}^{-1}$)		Radium 226 (mBq.l^{-1})	
		dissous	particulaire	dissous	particulaire
M_GRAN_ETG1	Eau du ruisseau traversant la verse à stériles et en aval de l'étang situé à l'Ouest du site	$1,46 \pm 0,15$	$0,92 \pm 0,09$	<16	18 ± 12
M_GRAN_ETG2	Eau du ruisseau en aval de l'étang situé à l'Est du site	$0,82 \pm 0,08$	$0,92 \pm 0,09$	21 ± 14	12 ± 10

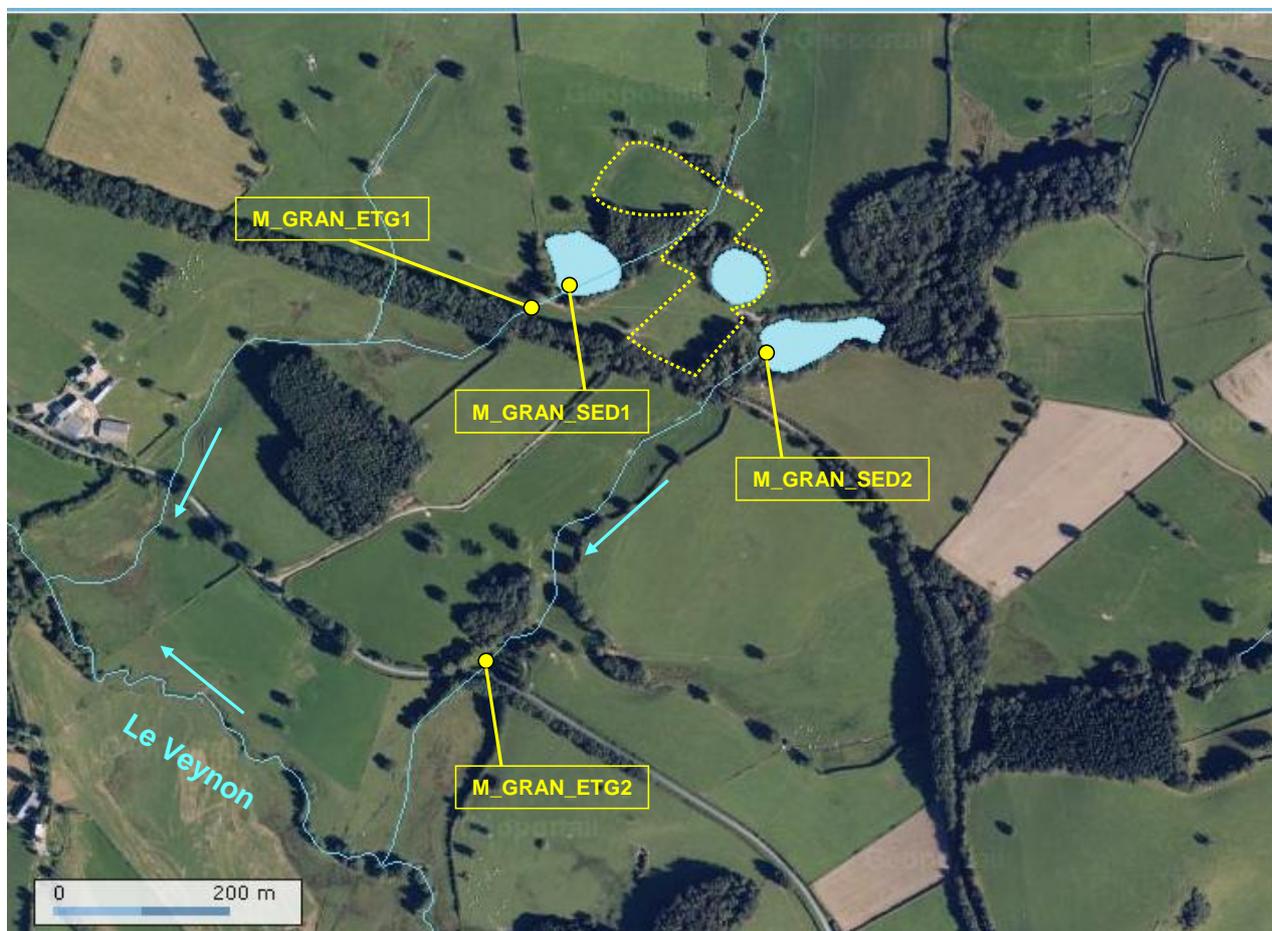


Figure 14 : Localisation des prélèvements d'eau et de sédiments de l'IRSN sur le site Grandry et à ses abords.



Figure 15 : Vue du le ruisseau en aval de l'étang situé à l'Ouest du site (prélèvement d'eau M_GRAN_ETG1 de l'IRSN).



Figure 16 : Vue de l'étang où le prélèvement de sédiments M_GRAN_SED1 de l'IRSN a été réalisé (gauche) ; photographie du prélèvement M_GRAN_SED1 (droite).



Figure 17 : Vue de l'étang où le prélèvement de sédiments M_GRAN_SED2 de l'IRSN a été réalisé (gauche) ; photographie du prélèvement M_GRAN_SED2 (droite).

3.3.3. ANALYSES DES SEDIMENTS DANS LES PLANS D'EAU POTENTIELLEMENT SOUS INFLUENCE DU SITE

Données Areva

Au cours de la campagne de mesure de 2009, Areva a procédé à deux prélèvements de sédiments :

- dans le ruisseau traversant la verse à stériles et en aval immédiat de la verse (GDY VERSD, figure 13); les activités en uranium 238, radium 226, plomb 210 et thorium 230 étaient respectivement de 350, 330, 330 et <700 Bq.kg⁻¹ de matière sèche ;
- le ruisseau situé à l'Est du site (GDY RUESD, figure 13) ; les activités en uranium 238, radium 226, plomb 210 et thorium 230 étaient respectivement de 130, 130, 100 et <600 Bq.kg⁻¹ de matière sèche.

Contrôle IRSN.

Deux prélèvements de sédiments ont été effectués, en compléments, par l'IRSN dans les deux étangs privés, situés en aval à l'Ouest et à l'Est du site (M_GRAN_SED1 et M_GRAN_SED2, figures 10, 11, 12, 16 et 17).

Les résultats de l'analyse de la composition radiologique par spectrométrie gamma des sédiments sont synthétisés dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Résultats de l'analyse par spectrométrie gamma des sédiments prélevés aux abords du site Grandry

Echantillons	Activité (Bq.kg ⁻¹ sec)						
	^{234m} Pa	²¹⁴ Pb	²¹⁴ Bi	²¹⁰ Pb	²³⁵ U	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs
M_GRAN_SED1	260	410	349	354	14	830	13,4
Incertitude	80	49	39	36	6	90	1,8
Débit de dose in situ (nSv.h ⁻¹)	150						
M_GRAN_SED2	330	550	470	610	16	720	10,9
Incertitude	90	70	50	60	7	80	1,5
Débit de dose in situ (nSv.h ⁻¹)	150						

L'activité massique de l'²³⁸U peut être assimilée à celle du ^{234m}Pa soit **260 ± 80 Bq.kg⁻¹ sec** pour l'échantillon M_GRAN_SED1 et **330 ± 9 Bq.kg⁻¹ sec** pour l'échantillon M_GRAN_SED2. Celle du ²²⁶Ra peut être assimilée à l'activité massique du ²¹⁴Pb soit **410 ± 49 Bq.kg⁻¹ sec** pour l'échantillon M_GRAN_SED1 et **550 ± 70 Bq.kg⁻¹ sec** pour l'échantillon M_GRAN_SED2.

Ces activités sont du même ordre de grandeur que celles généralement mesurées dans des sédiments du milieu naturel, dans des contextes géologiques similaires, hors influences des anciens sites miniers.

ANNEXE 6

**Fiche d'observations de terrain, de mesures
radiométriques et d'analyses des prélèvements
effectués sur les anciens sites miniers de la Nièvre**

Site VAUSSEGRÉ

Site VAUSSEGRÉ

Région	Bourgogne	Autre site sur la commune	Grandry
Département	Nièvre (58)		
Commune	Dun-sur-Grandry		
Cadastre	Section C1, parcelles 34, 640, 641, et 654		
Propriété	Areva		
Surface du site	9 ha 94 a		

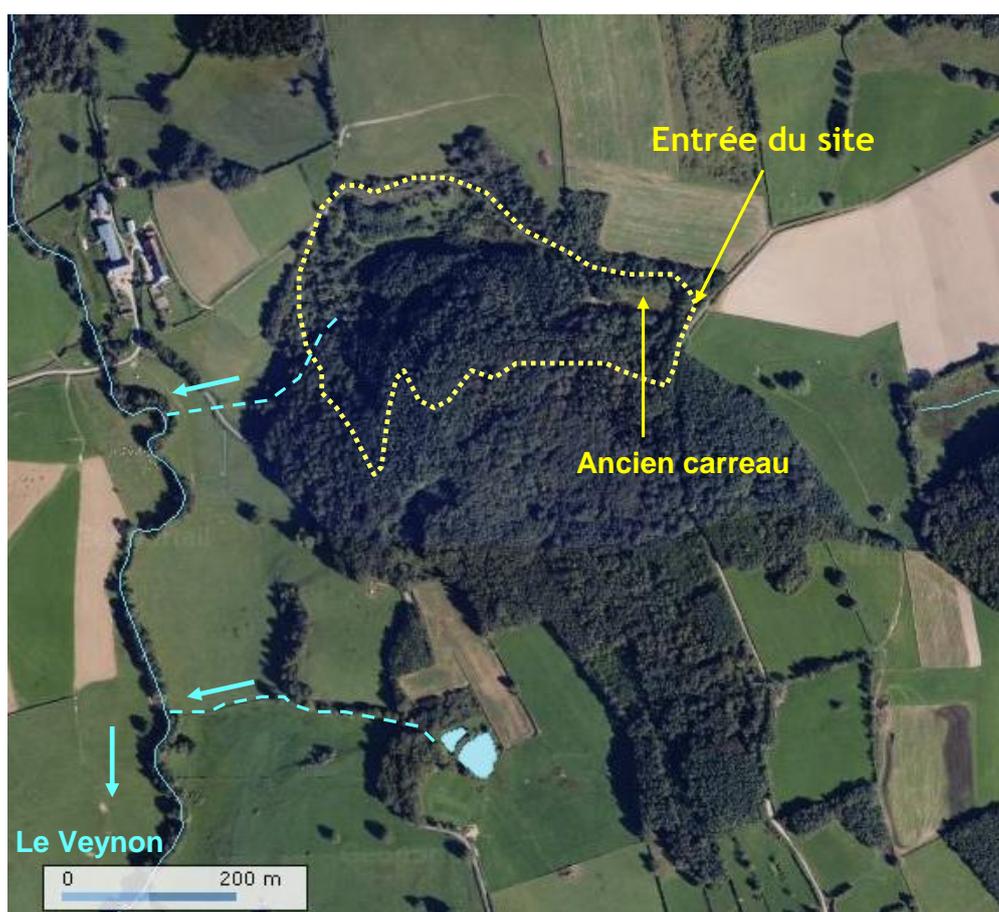


Figure 1 : Vue aérienne du site Vaussegré (d'après Géoportail)

1. NATURE DES TRAVAUX MINIERS ET REAMENAGEMENTS

Type de travaux	Mine à ciel ouvert
Périodes d'exploitation	Septembre 1973 à septembre 1976 - Janvier 1979 à avril 1980
Production d'uranium (T)	46,882
Réaménagements réalisés	A la fin de l'exploitation, la fosse a été partiellement remblayée. La verse à stériles et les talus ont été remodelés en pente douce. Aujourd'hui, une végétation dense s'est installée sur le site et un stand de tir se situe sur la partie remblayée de la fosse. Il n'y a pas de clôture mise en place autour du site.
Fin des réaménagements	1985
Réalisation en cours	
Projets futurs	
Surveillance	

Source principale : Areva

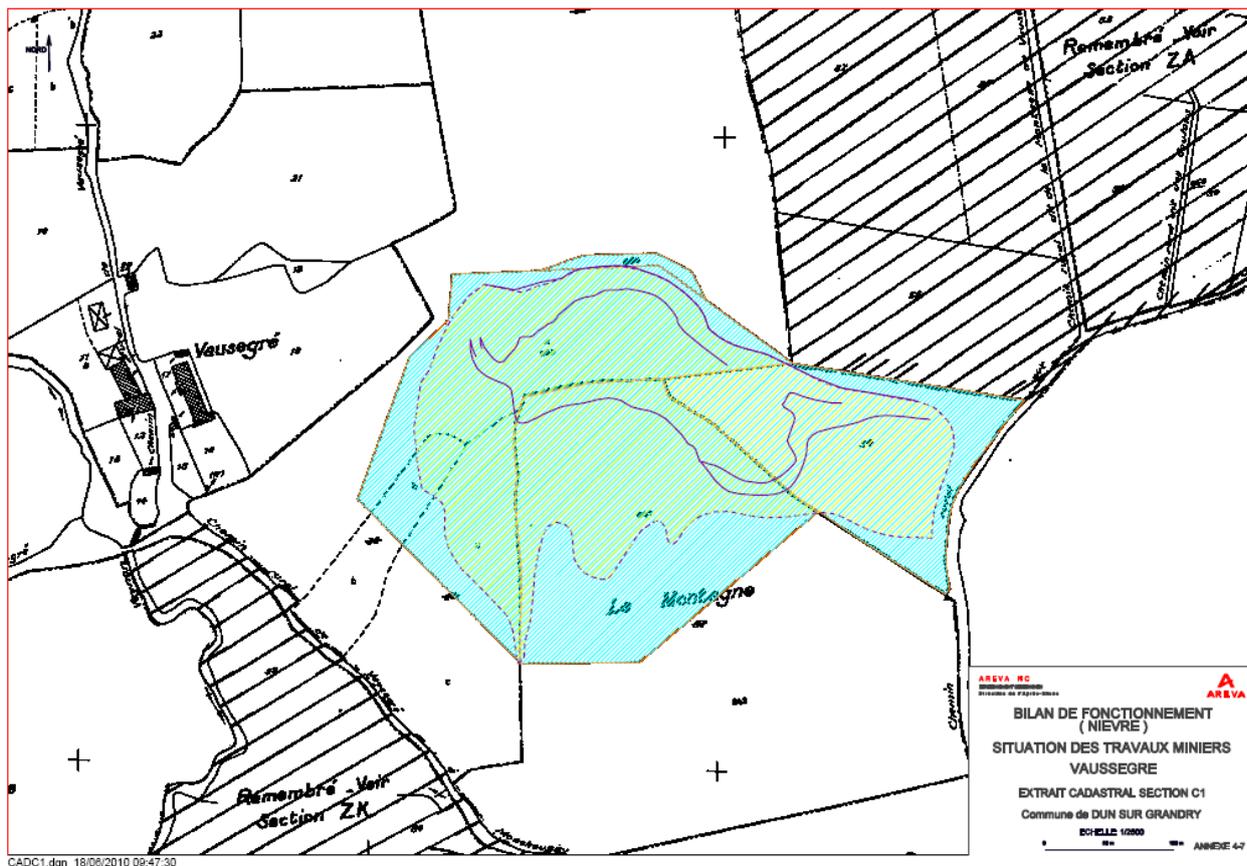


Figure 2 : Situation des travaux miniers sur fonds cadastraux sur le site Vaussegré (source Areva [3])

2. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DU SITE ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE SURFACE

Le site de Vaussegré est localisé à environ 1,4 km au Nord-ouest de Dun-sur-Grandry (figures 1 à 3). Le paysage environnant est vallonné et constitué de bois et prairies.

Un ruisseau situé à l'Ouest en aval du site de Vaussegré se jette dans le Veynon (figure 3).

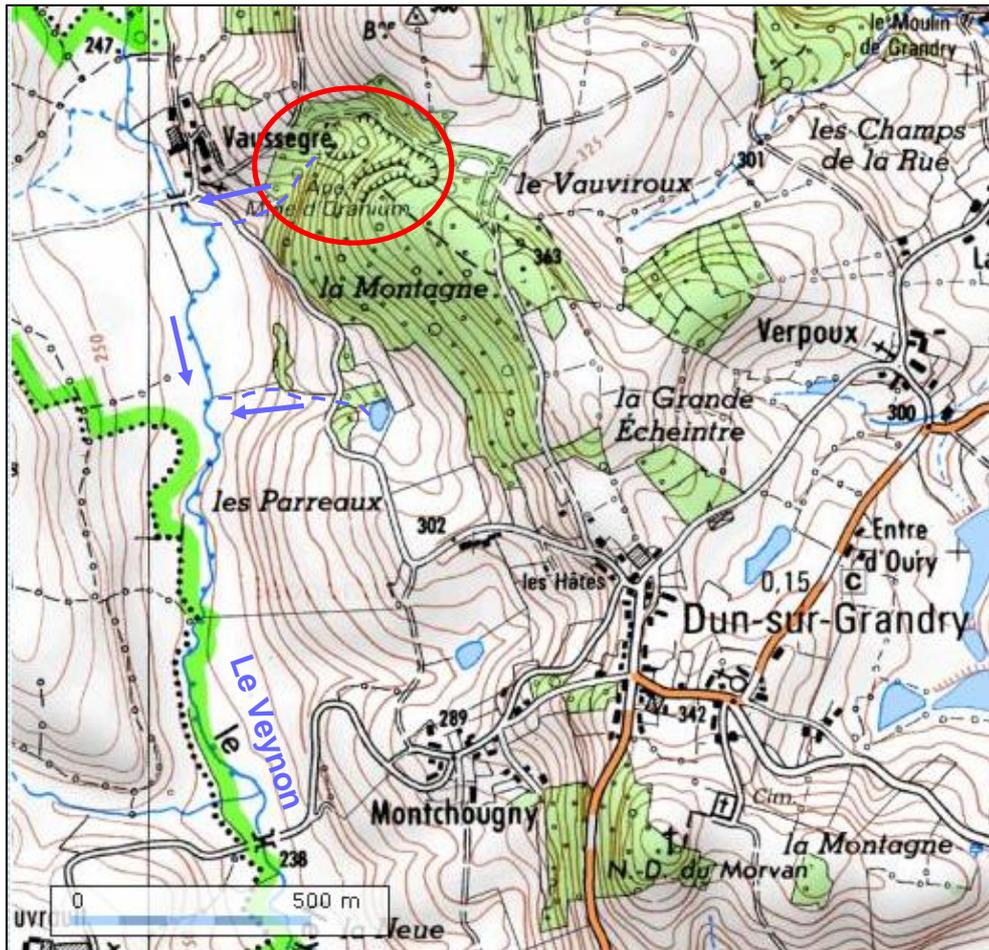


Figure 3 : Localisation du site Vaussegré et réseau hydrographique de surface à proximité de l'ancien site minier ; les flèches bleues indiquent le sens des écoulements connus (sur fonds Géoportail)

3. OBSERVATIONS DE TERRAIN

Date de la visite et contexte	
21 juillet 2011 dans le cadre des contrôles de second niveau du programme MIMAUSA	
Objectifs de la visite	
Préciser l'usage et l'accès au site. Effectuer des mesures radiométriques sur site notamment au niveau du stand de tir et sur l'ancienne aire de stockage du minerai. Vérifier l'absence ou la présence de bassins de décantation. Réaliser des prélèvements d'eau en champs proche et éloigné du site (amont et aval).	
Personnes présentes	
Ouvrages visibles	Coordonnées GPS (Lambert 93)
Fosse partiellement remblayée	X = 759405 ; Y = 6666357
Verse	X = 759265 ; Y = 6666316
Emplacement de l'ancien carreau	X = 759265 ; Y = 6666319
Existence d'une convention d'usage particulière	Non

3.1. OBSERVATIONS DE LA SITUATION ACTUELLE

Le site est accessible par un chemin à l'Est du site. Propriété d'Areva, son entrée est matérialisée par un portail franchissable (figure 4). Le portail porte une pancarte de l'association Société de Tir du Haut Morvan louant le terrain et utilisant le stand de tir aménagé sur le site. Le site est ceinturé par un grillage en fils barbelés. La fosse est difficilement accessible du fait d'une végétation dense. Aucun panneau n'indique l'existence d'un danger lié à l'excavation (figure 6). L'ancien carreau et le chemin permettant d'accéder au fond de la fosse remblayée sont entretenus (figures 5 et 7). Aucun écoulement n'a été observé sur le site par Areva, au cours de la visite d'état des lieux de juin 2009.



Figure 4 : Portail et chemin d'accès au site Vaussegré.



Figure 5 : Ancien carreau du site Vaussegré



Figure 6 : Dépression envahie par la végétation créée par la fosse du site Vaussegré.

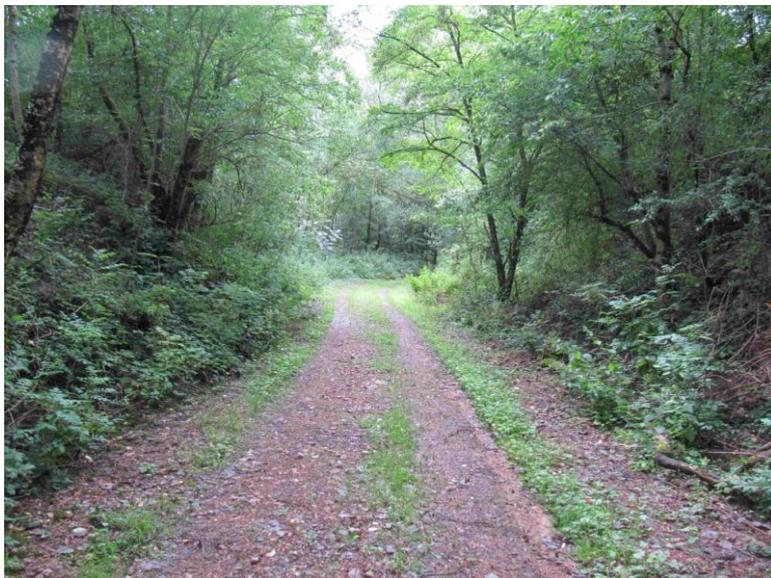


Figure 7 : Chemin conduisant au fond de la fosse du site Vaussegré.



Figure 8 : Stand de tir aménagé au fond de la fosse du site Vaussegré.

3.2. OBSERVATIONS DES USAGES ACTUELS SUR LE SITE

Un stand de tir est situé au fond de l'ancienne mine à ciel ouvert, sur la partie remblayée (figure 8). Le niveau de fréquentation de ce stand n'a pas pu être précisé par la visite de l'IRSN.

Les dépressions créées par l'ancienne MCO sont difficiles d'accès étant donné la végétation dense sur le site (forêt, ronces).

3.3. OBSERVATIONS CONCERNANT LA SITUATION RADIOLOGIQUE

3.3.1. MESURES RADIAMÉTRIQUES DE SURFACE

Données Areva

Des mesures au SPPy ont été réalisées par Areva au cours de la visite d'état des lieux en juin 2009 [3] :

- sur le chemin d'accès autour de la mine à ciel ouvert, les valeurs sont comprises entre 120 et 250 chocs/s,
- sur l'ancienne aire de stockage du minerai, elles sont comprises entre 700 et 2000 chocs/s,
- au fond de la mine à ciel ouvert (stand de tir), elles sont comprises entre 350 et 500 chocs/s, avec ponctuellement 1100 chocs/s au sol (milieu naturel de l'ordre de 100 à 120 chocs/s).

Contrôles IRSN.

Des mesures de débits de dose ont été effectuées par l'IRSN à environ 50 cm au-dessus du sol. Les résultats obtenus ont été reportés sur les figures 5, 7, 9 et 10. Ils ne résultent pas d'un balayage systématique de toutes les zones concernées par l'ancien site minier mais d'un balayage au gré des déplacements réalisés au cours de la visite du site. Les débits de dose mesurés dans l'environnement naturel sont de l'ordre de 120 à 300 nSv/h.

Les mesures de l'IRSN confirment globalement les variations rapportées par Areva.

Sur le chemin d'accès au fond de la MCO, les débits de dose varient entre 261 et 450 nSv/h. Sur l'ancien carreau, ils peuvent atteindre 3570 nSv/h (plus de 10 fois les niveaux mesurés dans le milieu

naturel). Au niveau de la zone comprenant le stand de tir, les débits de dose varient entre le bruit de fond naturel (intérieur de l'abri) et 770 nSv/h, soit plus de 2 fois les niveaux mesurés dans le milieu naturel, en quelques points de 1-2 m² situés entre l'abri et l'emplacement des cibles.

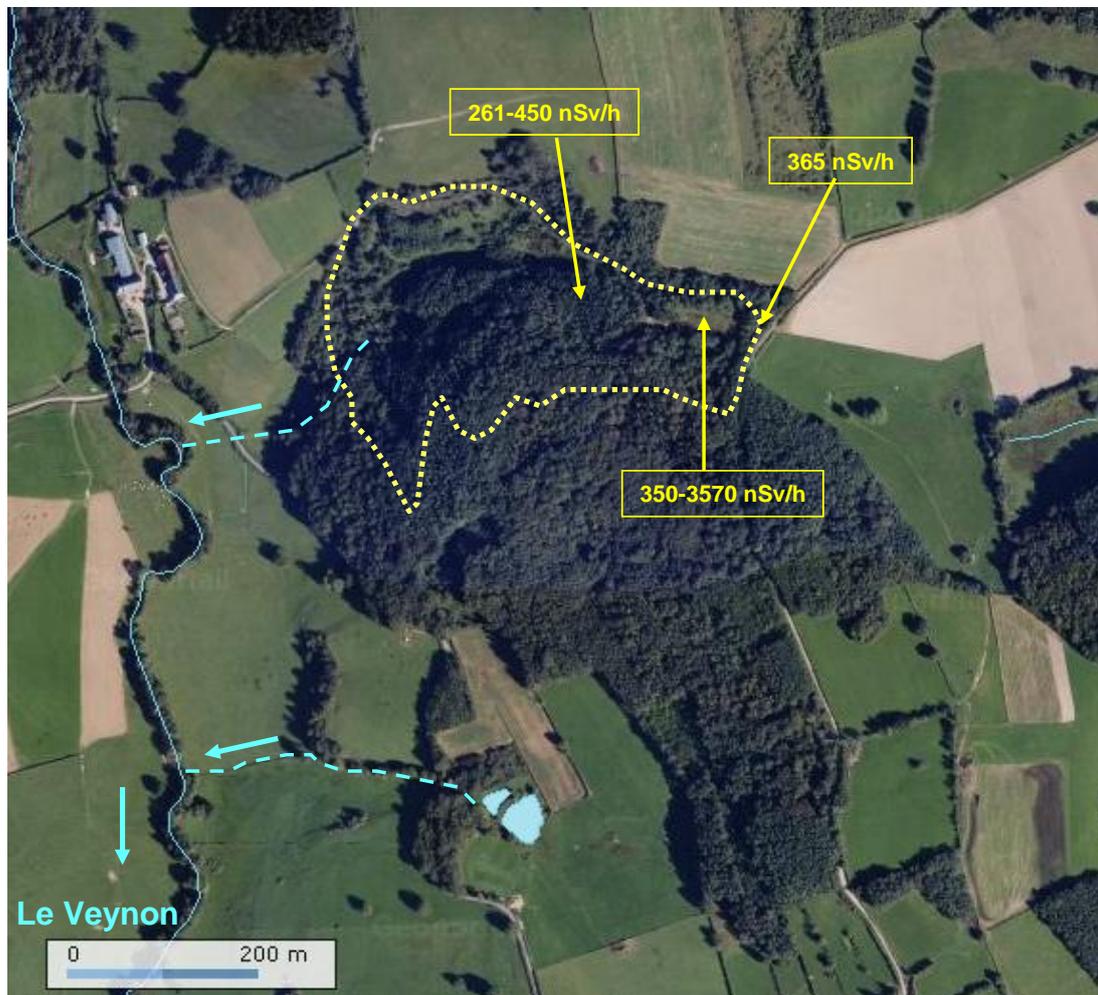


Figure 9 : Résultats des mesures radiométriques réalisées par l'IRSN sur le site Vausegré (sur fonds Géoportail)



Figure 10 : Résultats des mesures radiométriques réalisées par l'IRSN sur le site Vausegré au niveau du stand de tir.

3.3.2. ANALYSES DES EAUX SOUS INFLUENCE POTENTIELLE DU SITE

Données Areva

Au cours de la campagne de mesure de 2009, Areva a procédé à deux prélèvements d'eau (figure 11) :

- un échantillon d'eau dans une source située en aval hydraulique et à l'Ouest du site (VSG VER) ; les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction soluble de l'échantillon étaient $<1 \mu\text{g.l}^{-1}$ et de 50 mBq.l^{-1} respectivement ;
- un échantillon d'eau dans la rivière Le Veynon en aval hydraulique et à l'Ouest du site (VSG VEY); les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction soluble de l'échantillon étaient $<1 \mu\text{g.l}^{-1}$ et de 60 mBq.l^{-1} respectivement.

Areva a procédé à un prélèvement d'eau dans la rivière le Veynon, en amont de tous les sites de la Nièvre (VEY RUA). Les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction soluble de l'échantillon étaient $<1 \mu\text{g.l}^{-1}$ et 20 mBq.l^{-1} respectivement.

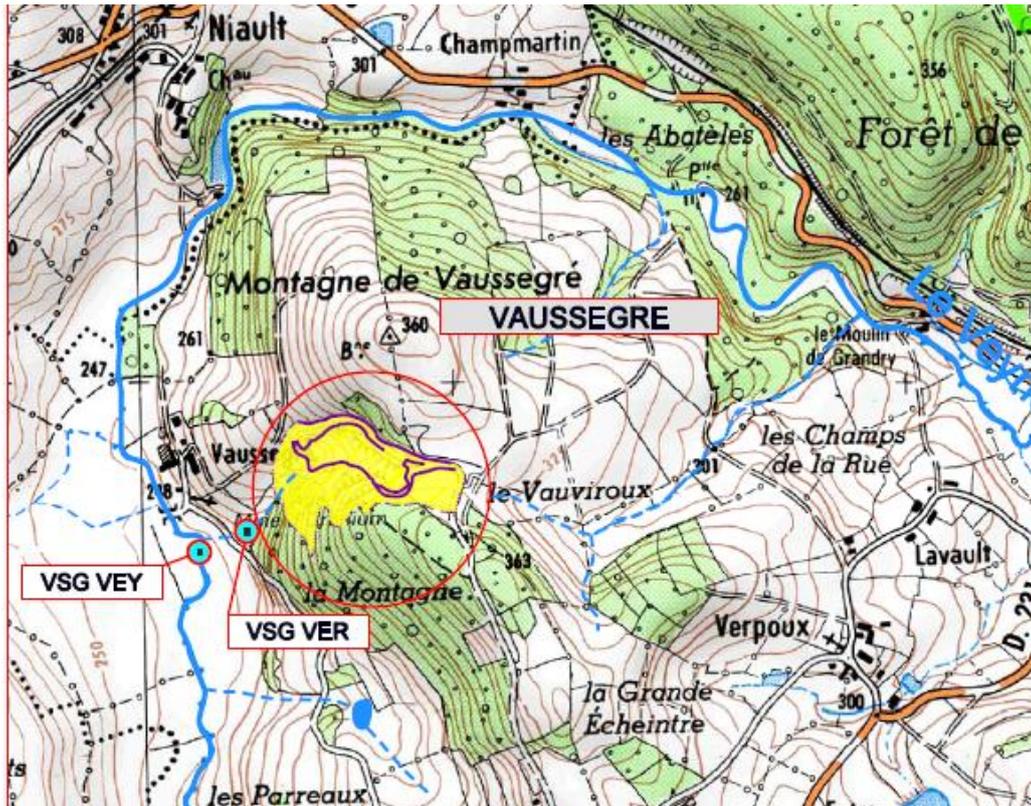


Figure 11 : Points de prélèvements d'Areva en 2009

Contrôles IRSN.

Deux prélèvements d'eau ont été effectués par l'IRSN en champ proche du site (figures 12 à 14) pour contrôles des points Areva :

- Dans le ruisseau situé à l'Ouest, en aval hydraulique du site et affluent du Veynon ;
- Dans la rivière Le Veynon en aval du site (et de tous les sites situés dans le bassin versant du Veynon).

Les résultats des analyses radiologiques sur les échantillons d'eau sont synthétisés dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Résultats des analyses radiologiques sur les eaux prélevées aux abords du site Vaussegré

		Uranium ($\mu\text{g.l}^{-1}$)		Radium 226 (mBq.l^{-1})	
		dissous	particulaire	dissous	particulaire
M_VAU_RUW	Eau du ruisseau situé à l'Ouest, en aval hydraulique du site et affluent du Veynon	54 ± 5	$1,85 \pm 0,19$	31 ± 9	<11
M_VEY_RUA	Rivière Le Veynon, en amont de tous les sites	$0,44 \pm 0,04$	$0,53 \pm 0,05$	<15	<14
M_VEY_RUB	Rivière Le Veynon, en aval du site	$0,37 \pm 0,04$	$0,17 \pm 0,02$	<16	6 ± 4

Les résultats soulignent une incidence du site sur le ruisseau situé à l'Ouest, en aval hydraulique du site et affluent du Veynon (M_VAU_RUW). La concentration en uranium ($56 \mu\text{g.l}^{-1}$ au total) est nettement supérieure à celle habituellement mesurée dans des eaux de surface, même en contexte uranifère. Elle est par ailleurs supérieure à la valeur guide de 30 microgrammes par litre recommandée par l'OMS pour les eaux de boisson. La concentration en uranium fournie par Areva en 2009 pour l'eau de ce ruisseau ($<1 \mu\text{g.l}^{-1}$) est largement inférieure aux résultats de l'IRSN. Ceci peut s'expliquer par une différence de localisation des prélèvements et la variabilité de la qualité de l'eau en fonction de la saison et des conditions météorologiques.

Cette incidence du site reste limitée à ce ruisseau et ne devient plus quantifiable dès quelques centaines de mètres en aval dans la rivière le Veynon.

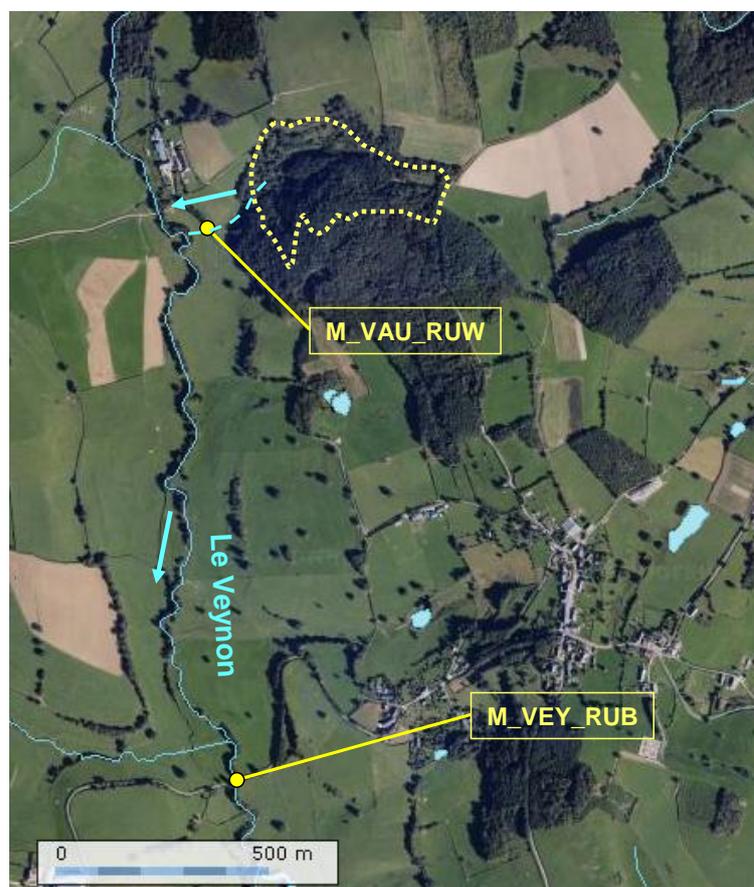


Figure 12 : Localisation des prélèvements d'eau IRSN aux abords du site Vaussegré



Figure 13 : Vue sur le ruisseau situé en aval hydraulique du site Vaussegré et se jetant dans le Veynon (prélèvement M_VAU_RUW réalisé par l'IRSN) ; vue du pré où s'écoule ce ruisseau.



Figure 14 : Vue sur le Veynon en aval du site Vaussegré (prélèvement d'eau M_VEY_RUB de l'IRSN).

ANNEXE 7

**Fiche d'observations de terrain, de mesures
radiométriques et d'analyses des prélèvements
effectués sur les anciens sites miniers de la Nièvre**

Site L'Huis-Jacques

Site L'HUIS-JACQUES

Région	Bourgogne	Autre site sur la commune	Outeloup
Département	Nièvre (58)		
Commune	Dommartin		
Cadastre	Section B2, parcelles 122-123-124-286-291-292-343-345-347-358		
Propriété	Privée		
Surface du site	4 ha 76 a		

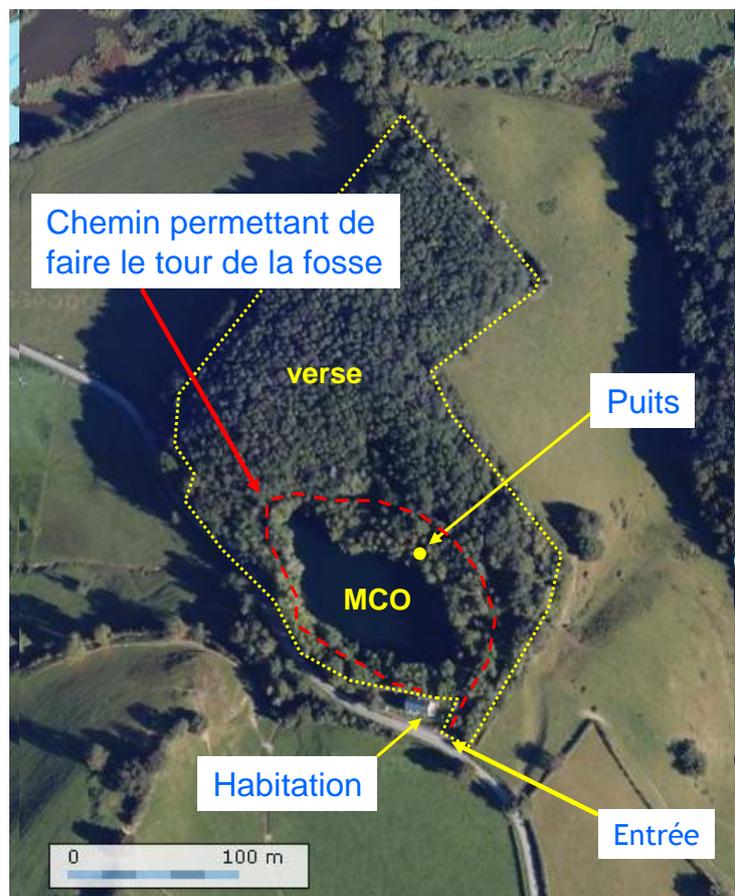


Figure 1 : Vue aérienne du site L'Huis-Jacques (d'après Géoportail)

1. NATURE DES TRAVAUX MINIERS ET REAMENAGEMENTS

Type de travaux	Travaux miniers souterrains et mine à ciel ouvert
Période d'exploitation	1956 à 1960 puis 1972 à 1975
Production d'uranium (T)	109,378
Réaménagements réalisés	Le réaménagement du site a consisté au remblayage du puits d'accès et du montage dont les têtes d'ouvrages ont été repris ensuite lors de la phase d'exploitation à ciel ouvert. La fosse a été réaménagée en plan d'eau, avec création d'un merlon en bordure de la route D291. Le sommet de la verse à stériles a été écrêté et la pente des talus adoucie.
Fin des réaménagements	1977
Réalisation en cours	Des travaux de réaménagements sont en cours de réalisation par Areva. L'opération consiste en: <ul style="list-style-type: none">▪ une vidange du plan d'eau (dossier loi sur l'eau transmis à la Direction Départementale du Territoire) ;▪ reprise de la verse à stériles et remblayage partiel de la MCO au droit du parement situé à proximité de l'habitation ;▪ revégétalisation.
Projets futurs	
Surveillance	

Source principale : Areva

Les travaux miniers se sont déroulés sur deux périodes. De 1956 à 1960, ils ont consisté en une exploitation du gisement en souterrain. L'accès à la mine se faisait par un puits de 84 m de profondeur et l'accès aux différents quartiers d'exploitation par un réseau de galeries réparties sur quatre niveaux (N-20, N-40, N-60 et N-80). De 1972 à 1975, la partie du gisement situé en subsurface a été exploitée en mine à ciel ouvert, d'une profondeur de 26 m.

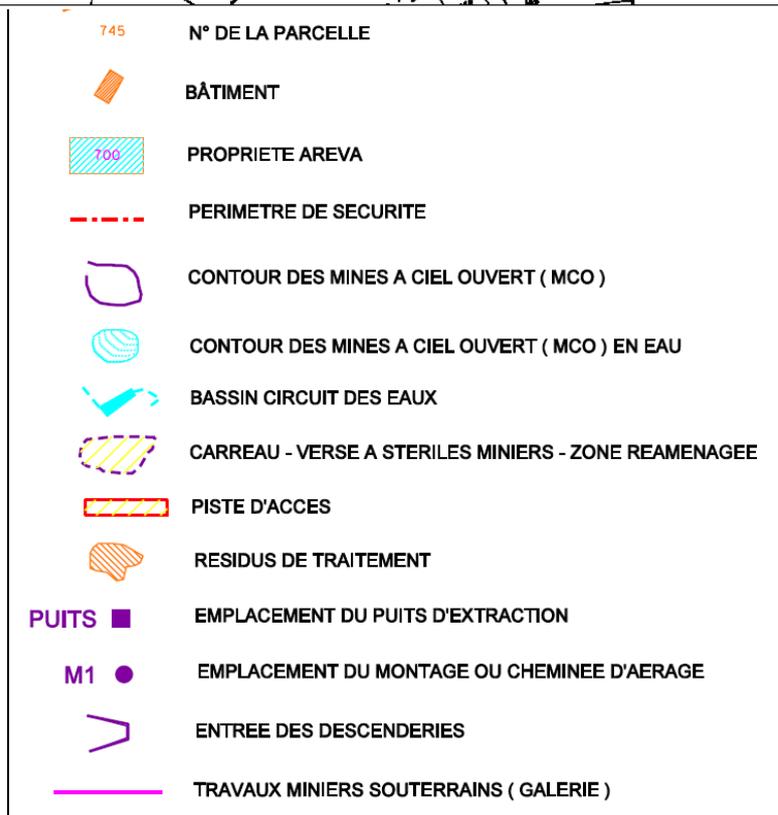
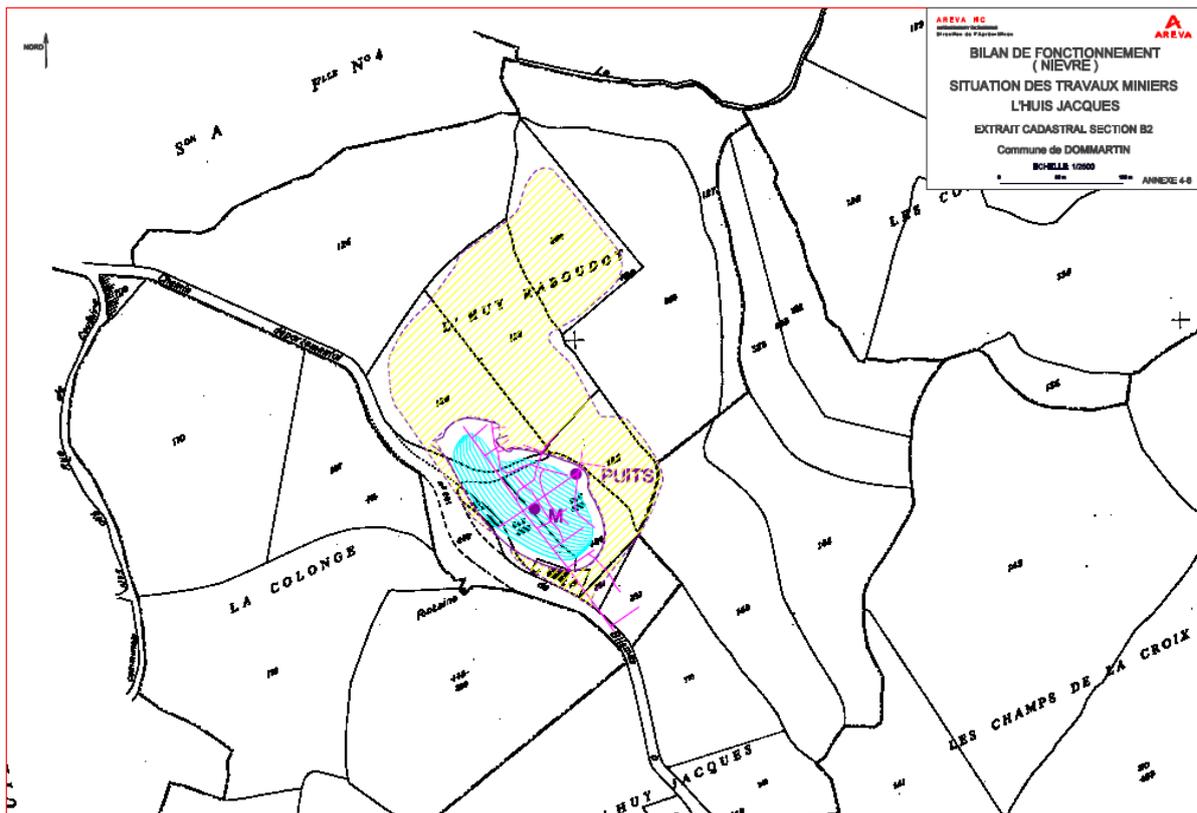


Figure 2 : Situation des travaux miniers sur fonds cadastraux sur le site L'Huis-Jacques (source Areva [3])

2. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DU SITE ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE SURFACE

Le site de l'Huis-Jacques est localisé à environ 400 m au Nord de Dommartin (figures 1 et 2). Le paysage environnant est vallonné et constitué de champs et de quelques bois.

Des suintements s'écoulent dans le fossé de la route qui rejoint l'étang de Couloir et le Veynon (figure 3).

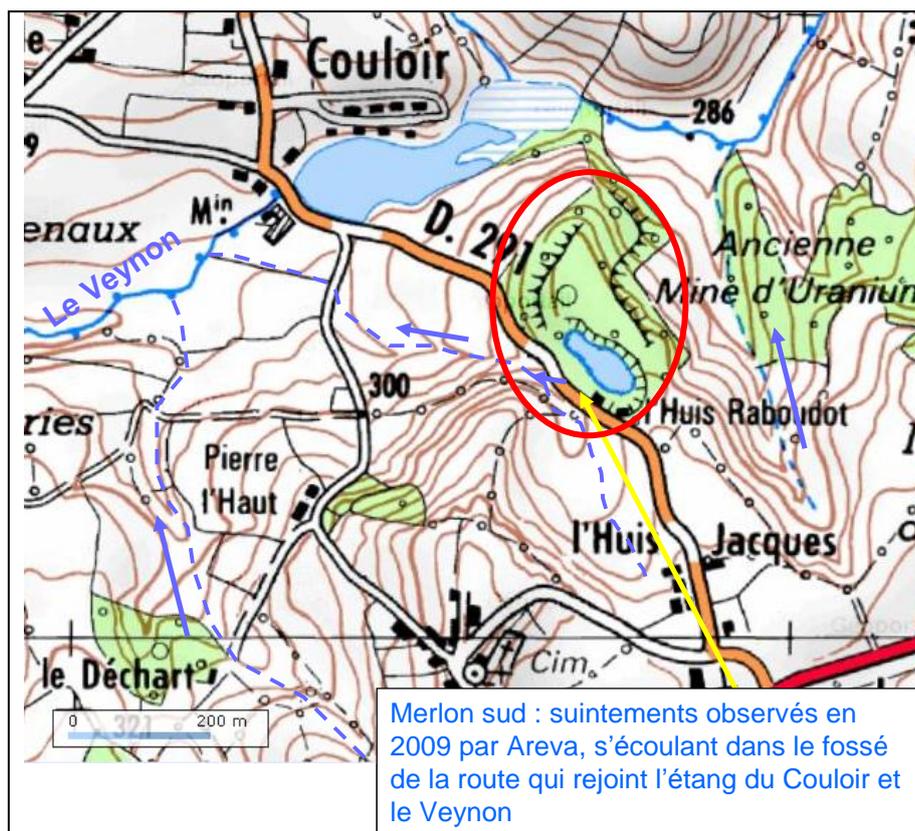


Figure 3 : Localisation du site L'Huis-Jacques et réseau hydrographique de surface à proximité de l'ancien site minier ; les flèches bleues indiquent le sens des écoulements connus (sur fonds Géoportail)

3. OBSERVATIONS DE TERRAIN

Date de la visite et contexte	
20 juillet 2011 dans le cadre des contrôles de second niveau du programme MIMAUSA	
Objectifs de la visite	
Préciser l'usage et l'accès au site. Effectuer des mesures radiométriques sur site notamment sur la verse, sur l'ancienne aire de stockage du minerai et sur le chemin autour de la MCO. Vérifier l'état de sécurité du puits et de la MCO. Réaliser des prélèvements d'eau sur site (MCO et aval immédiat), et en champs proche et éloigné du site (amont et aval). Réaliser des mesures radiométriques et vérifier l'état de sécurité au niveau de l'habitation située à proximité du site.	
Personnes présentes	
Mme Le Maire de Dommartin, les propriétaires du terrain correspondant au site et la propriétaire de la maison située en bordure du site.	
Ouvrages visibles	Coordonnées GPS (Lambert 93)
MCO en eau	X = 764301 ; Y = 6664017
Verse	X = 764256 ; Y = 6664146
Emplacement de l'ancien puits	X = 764338 ; Y = 6664029
Existence d'une convention d'usage particulière	Non

3.1. OBSERVATIONS DE LA SITUATION ACTUELLE

Le site est accessible par la route départementale 291. Propriété privée, le site est entouré par un grillage en fils barbelés. Son entrée est matérialisée par un portail franchissable (figure 4).



Figure 4 : Portail et chemin d'accès au site L'Huis-Jacques.

La fosse en eau présente sur sa bordure Nord et Est des parements abrupts (figure 7), qui sont néanmoins difficilement accessibles compte tenu d'une végétation très dense (bois, arbustes, ronces). Le plan d'eau est plus facilement accessible à l'Ouest et au Sud (figures 8, 9 et 11). Un chemin permet de faire le tour de l'ancienne MCO (figures 5 et 6). Aucune surverse du plan d'eau n'a été repérée. Des suintements ont été observés sur le flanc du merlon en bordure de la route D291, au cours de la visite de 2009 d'Areva.



Figure 5 : Chemin permettant de contourner la fosse en eau sur le site L'Huis-Jacques.



Figure 6 : Chemin au Nord de la fosse en eau et vue sur les ruches, sur le site L'Huis-Jacques



Figure 7 : Bordure Nord de la fosse en eau et vue de l'ancien puits, sur le site L'Huis-Jacques.



Figure 8 : Ancienne MCO du site L'Huis-Jacques. Bordure Sud-ouest.



Figure 9 : Bordure Sud de la fosse en eau, en travaux au moment de la visite de l'IRSN.

Une maison est localisée à environ 2 m en bordure du parement Sud du plan d'eau, dont les bords présentait une nette dégradation au moment de la visite d'Areva en 2009 [3] due à la nature friable des matériaux (figures 10 et 11). Cette maison à l'état de ruine au moment de l'exploitation a été restaurée après les travaux de réaménagement. Elle est habitée 6 mois de l'année.



Figure 10 : Bordure Sud de la fosse en eau, en travaux, jouxtant une habitation.



Figure 11 : Bordure Sud de la fosse en eau, en travaux : vue depuis le terrain de l'habitation.

Lors de la visite d'état des lieux d'Areva en juin 2009, il a été constaté que :

- l'emplacement du puits sur le parement de la fosse, présentait un tassement des matériaux (trou de 1,5 m de diamètre, rempli d'eau) ;
- une maison était localisée à environ 2 m en bordure du parement Sud, dont les bords présentaient une nette dégradation due à la nature friable des matériaux. Cette maison à l'état de ruine au moment de l'exploitation a été restaurée à la fin de l'exploitation minière.

Des travaux de réaménagements sont prévus pour 2011/2012 par Areva. L'opération consiste en :

- une vidange du plan d'eau (dossier loi sur l'eau transmis à la Direction Départementale du Territoire) ;
- une reprise de la verse à stériles et remblayage partiel de la MCO au droit du parement situé à proximité de l'habitation ;
- une revégétalisation.

Ces travaux sont actuellement encore en cours. La vidange de la MCO est terminée. Le remblayage de la fosse est prévu à partir de la mi-mars 2012.

Au moment de la visite de l'IRSN, un décapage avait été réalisé au niveau du parement Sud de la fosse en eau (figures 9 à 11). Le tassement des matériaux au niveau de l'emplacement de l'ancien puits était visible (figure 7).

3.2.OBSERVATIONS DES USAGES ACTUELS SUR LE SITE

L'ancien site minier est une propriété privée. Les terrains sont entretenus par le propriétaire. Le site est entouré d'une clôture en fils barbelés. Le terrain est utilisé pour l'entreposage de bois ou de matériaux (tuiles, figure 5). Des ruches y sont également aménagées (figure 6).

3.3. OBSERVATIONS CONCERNANT LA SITUATION RADIOLOGIQUE

3.3.1. MESURES RADIAMETRIQUES DE SURFACE

Données Areva

Des mesures au SPPy ont été réalisées par Areva au cours de la visite d'état des lieux en juin 2009 [3] :

- sur le chemin d'accès autour de la mine à ciel ouvert, les valeurs sont comprises entre 600 et 2000 chocs/s,
- sur l'ancienne aire de stockage du minerai, elles sont comprises entre 1000 et 2500 chocs/s,
- sur la verse à stériles, elles sont comprises entre 300 et 700 chocs/s (milieu naturel de l'ordre de 100 à 120 chocs/s).

Contrôles IRSN.

Des mesures de débits de dose ont été effectuées par l'IRSN à environ 50 cm au-dessus du sol. Les résultats obtenus ont été reportés sur les figures 12 et 13. Ils ne résultent pas d'un balayage systématique de toutes les zones concernées par l'ancien site minier mais d'un balayage au gré des déplacements réalisés au cours de la visite du site. Les débits de dose mesurés dans l'environnement naturel sont de l'ordre de 120 à 300 nSv/h.

Les mesures de l'IRSN confirment les variations observées par Areva. Sur le chemin contournant la fosse en eau les débits de dose varient entre 400 et environ 4000 nSv/h (soit jusqu'à plus de 13 fois les niveaux mesurés dans le milieu naturel). Les valeurs les plus élevées ont été mesurées au Nord-est de la fosse (figures 12 et 13).



Figure 12 : Chemin permettant de contourner la fosse en eau sur le site L'Huis-Jacques.

Sur l'arène décaissée par une tranchée au Sud de la fosse (figure 9), les débits de dose sont compris entre 422 et 780 nSv/h.

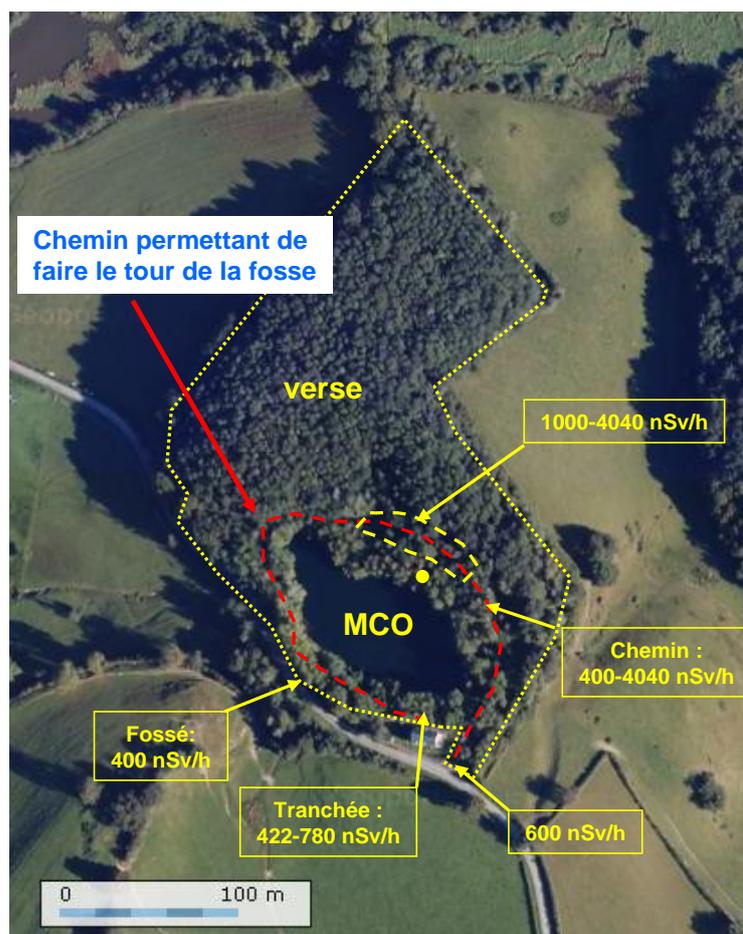


Figure 13 : Résultats des mesures radiométriques réalisées sur le site L'Huis-Jacques (sur fonds Géoportail)

Des contrôles radiométriques ont également été réalisés sur le terrain de l'habitation située à proximité immédiate du site, ainsi qu'à l'intérieur de la maison (figure 14).

Dans le jardin côté Est de la maison ainsi que sur la terrasse, les débits de dose varient entre 400 et 600 nSv/h (figure 14A). Au coin Nord-est de la maison, au fond du jardin (figure 14B), les débits de dose sont supérieurs à 1000 nSv/h sur environ 2m² et atteignent localement 2500 nSv/h. A l'arrière de la maison, ils sont de l'ordre de 450-600 nSv/h (figure 14B). Dans le jardin et le potager côté Ouest de la maison, les débits de dose varient entre 350 et 450 nSv/h (figure 14C et 14D). Dans l'abri de jardin, les débits de dose sont de l'ordre de 200 nSv/h. A l'intérieur de la maison, ils sont de l'ordre de 350 nSv/h et dans la cave, d'environ 500 nSv/h.



Figure 14 : Résultats des mesures radiométriques réalisées autour de l'habitation localisée au Sud du site L'Huis-Jacques.

3.3.2. ANALYSES DES EAUX SOUS INFLUENCE POTENTIELLE DU SITE

Données Areva

Au cours de la campagne de mesure de 2009, Areva a procédé à plusieurs prélèvements d'eau (figure 15) :

- un échantillon dans la mine à ciel ouvert (HJQ MCO) ; les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction soluble de l'échantillon étaient de $4,1 \mu\text{g.l}^{-1}$ et de 50mBq.l^{-1} respectivement ;
- un échantillon d'eau au niveau du merlon longeant la route D291 (suintements) (HJQ VER); les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction soluble de l'échantillon étaient de $12 \mu\text{g.l}^{-1}$ et 90mBq.l^{-1} respectivement ;
- un échantillon d'eau au niveau d'un tuyau situé dans le champ à l'Est du site (HJQ TUY); les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction soluble de l'échantillon étaient d'environ $200 \mu\text{g.l}^{-1}$ et de 200mBq.l^{-1} respectivement ;
- un échantillon d'eau dans le ruisseau situé à l'Est du site (HJQ RUE) ; les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction soluble de l'échantillon étaient $<1 \mu\text{g.l}^{-1}$ et $<20 \text{mBq.l}^{-1}$ respectivement ;
- un échantillon d'eau dans le ruisseau situé à l'Ouest du site (HJQ RUW) ; les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction soluble de l'échantillon étaient de $1,6 \mu\text{g.l}^{-1}$ et de 20

mBq.l⁻¹ respectivement ;

- deux échantillons d'eau dans la rivière Le Veynon, respectivement en amont et en aval du lac du Couloir (HJQ VEY1) ; les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction soluble des échantillons étaient <1 µg.l⁻¹ et <20 mBq.l⁻¹ respectivement.

Areva a procédé à un prélèvement d'eau dans la rivière le Veynon, en amont de tous les sites de la Nièvre (VEY RUA). Les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction soluble de l'échantillon étaient <1 µg.l⁻¹ et 20 mBq.l⁻¹ respectivement.

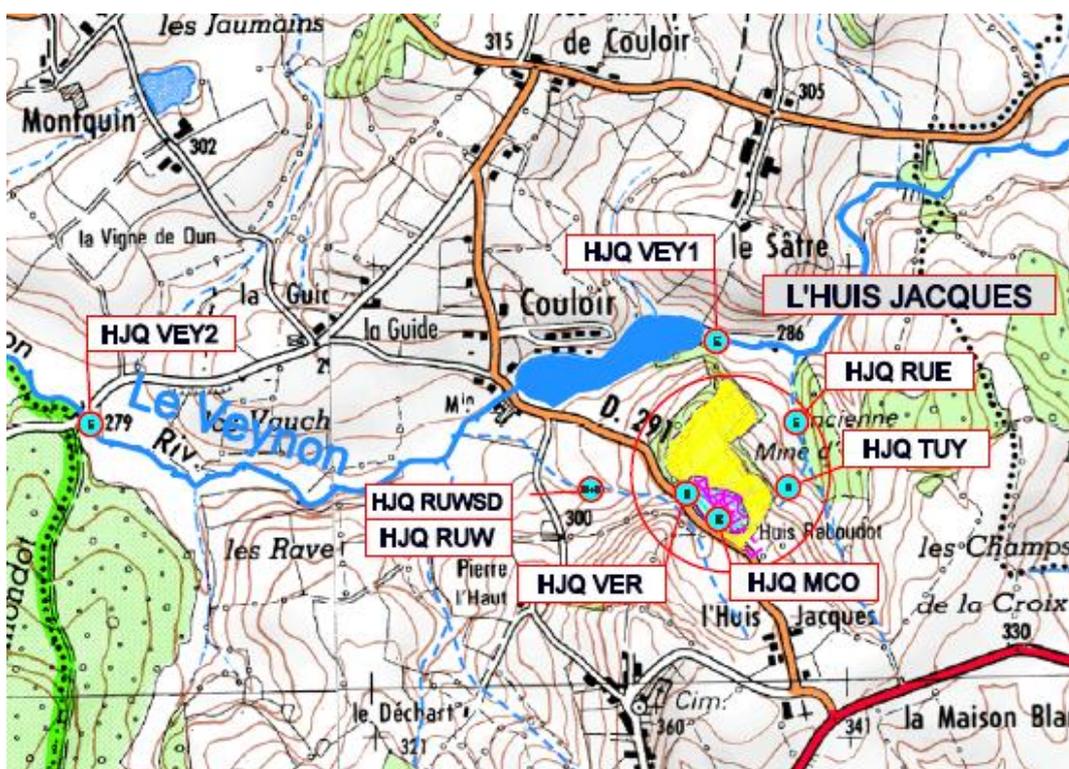


Figure 15 : points de prélèvements d'Areva en 2009 sur le site de L'Huis Jacques et à ses alentours

Contrôles IRSN.

Au moment de la visite de l'IRSN, le ruisseau s'écoulant à l'Ouest du site était à sec (figure 19). Aucun suintement dans le fossé localisé au Sud-ouest du site n'a été observé. Des prélèvements d'eau au niveau du tuyau situé dans le champ à l'Est du site et dans le ruisseau s'écoulant à l'Est du site, n'ont pu être réalisés par l'IRSN pour contrôles, du fait de l'inaccessibilité des lieux au moment de la visite et pour raison de sécurité (présence de bovins sur les terrains).

Deux prélèvements d'eau ont été effectués par l'IRSN (figures 16 et 18), pour contrôles :

- dans la mine à ciel ouvert (M_HUI_MCO) ;
- dans la rivière Le Veynon, en aval de l'étang du Couloir (M_HUI_VEYB) ;
- dans la rivière Le Veynon, en amont (M_VEY_RUA)

Les résultats des analyses radiologiques sur les échantillons d'eau sont synthétisés dans le Tableau 1.

**Tableau 1 : Résultats des analyses radiologiques sur les eaux prélevées aux abords du site
L'Huis-Jacques**

		Uranium ($\mu\text{g.l}^{-1}$)		Radium 226 (mBq.l^{-1})	
		dissous	particulaire	dissous	particulaire
M_HUI_MCO	Eau de la MCO	16,9 \pm 1,7 *		47 \pm 16 *	
M_HUI_VEYB	Eau de la rivière Le Veynon, en aval de l'étang du Couloir	0,61 \pm 0,06	0,94 \pm 0,09	27 \pm 10	31 \pm 21
M_VEY_RUA	Rivière Le Veynon, en amont de tous les sites	0,44 \pm 0,04	0,53 \pm 0,05	<15	<14

* Uranium total ou radium 226 total

Les résultats d'analyses de l'eau prélevée dans la MCO indique une concentration en uranium total quatre fois plus élevées que celle fournie par Areva. Ceci peut s'expliquer par la variabilité de la qualité en fonction de la saison et des conditions météorologiques. Pour le radium, les valeurs sont en revanche du même ordre de grandeur.

Les analyses réalisées dans la rivière Le Veynon montrent des concentrations en uranium et en radium 226 du même ordre de grandeur en amont et en aval du site. Ces résultats confirment ceux d'Areva.

Par ailleurs, les résultats des analyses effectuées par Areva sur des eaux prélevées dans un tuyau situé dans un champ à l'Est du site, indiquent une concentration en uranium de 200 $\mu\text{g.l}^{-1}$ et une activité en radium 226 de 200 mBq.l^{-1} . Ces valeurs sont significativement supérieures à celles observées dans le milieu naturel. La teneur en uranium dépasse la valeur guide recommandée par l'OMS pour les eaux de boisson qui est de 30 $\mu\text{g.l}^{-1}$. Les usages des ces eaux n'ont pu être précisé au moment de la visite de l'IRSN.

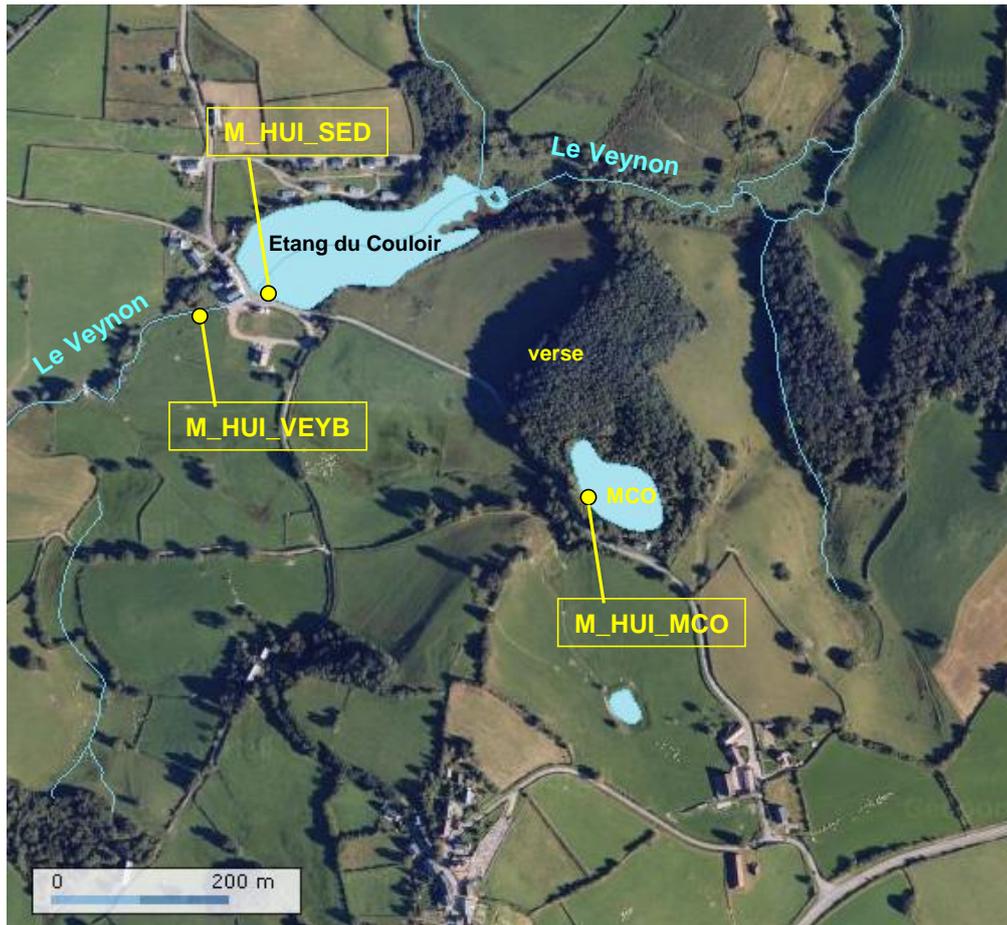


Figure 16 : Localisation des prélèvements d'eau et de sédiments IRSN sur le site L'Huis-Jacques et à ses abords



Figure 17 : Vue de l'étang du Couloir en aval du site L'Huis Jacques (prélèvement de sédiments M_HUI_SED de l'IRSN).



Figure 18 : Vue de la rivière Le Veynon, en aval de l'étang du Couloir au Nord-ouest du site L'Huis Jacques (prélèvement d'eau M_HUI_VEYB de l'IRSN).

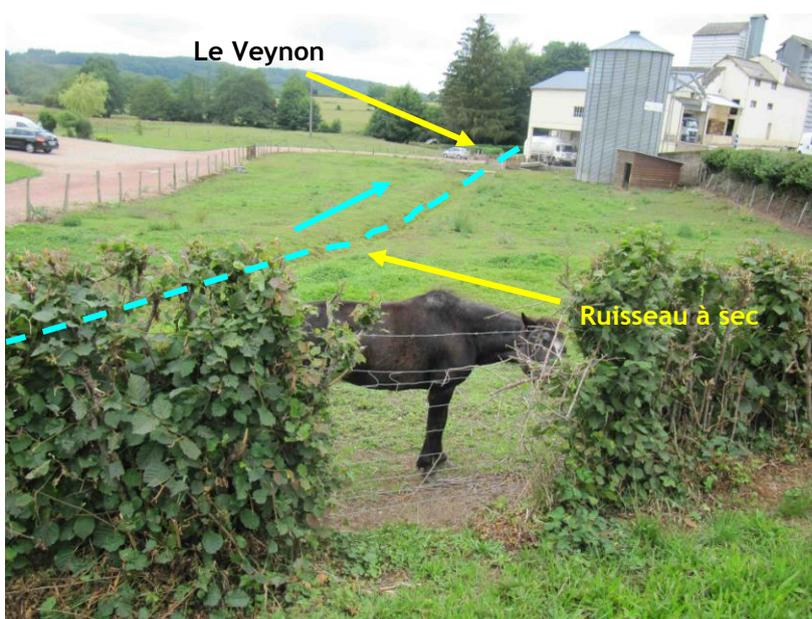


Figure 19 : Vue sur le ruisseau, s'écoulant à l'Ouest du site et se jetant dans le Veynon, qui était à sec au moment de la visite de l'IRSN.

3.3.3. ANALYSES DES SEDIMENTS DANS LES PLANS D'EAU POTENTIELLEMENT SOUS INFLUENCE DU SITE

Données Areva

Au cours de la campagne de mesure de 2009, Areva a procédé à un prélèvement de sédiments dans le ruisseau situé à l'Ouest du site (HJQ RUWSD, figure 15). Les activités en uranium 238, radium 226, plomb 210 et thorium 230 étaient respectivement de 210, 260, 250 et <600 Bq.kg⁻¹ de matière sèche.

Contrôle IRSN.

Un prélèvement de sédiments a été effectué, en complément, par l'IRSN dans l'étang privé du Couloir, situés en aval du site (M_HUI_SED, figures 16 et 17).

Les résultats de l'analyse de la composition radiologique par spectrométrie gamma des sédiments sont synthétisés dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Résultats de l'analyse par spectrométrie gamma des sédiments prélevés aux abords du site L'Huis-Jacques

Echantillons	Activité (Bq.kg ⁻¹ sec)						
	^{234m} Pa	²¹⁴ Pb	²¹⁴ Bi	²¹⁰ Pb	²³⁵ U	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs
M_HUI_SED	160	306	257	277	<12	860	15,5
Incertitude	70	37	29	28		100	2
Débit de dose in situ (nSv.h ⁻¹)	Non mesuré						

L'activité massique de l'²³⁸U peut être assimilée à celle du ^{234m}Pa soit **160 ± 70 Bq.kg⁻¹ sec**. Celle du ²²⁶Ra peut être assimilée à l'activité massique du ²¹⁴Pb soit **306 ± 37 Bq.kg⁻¹ sec**.

Ces activités sont du même ordre de grandeur que celles généralement mesurées dans des sédiments du milieu naturel, dans des contextes géologiques similaires, hors influences des sites miniers d'uranium.

ANNEXE 8

**Fiche d'observations de terrain, de mesures
radiométriques et d'analyses des prélèvements
effectués sur les anciens sites miniers de la Nièvre**

Site Outeloup

Site OUTELOUP

Région	Bourgogne	Autre site sur la commune	L'Huis-Jacques
Département	Nièvre (58)		
Commune	Dommartin		
Cadastre	Section A1, parcelles 67-69-70-72-603-604-605		
Propriété	Privée		
Surface du site	0 ha 63 a		

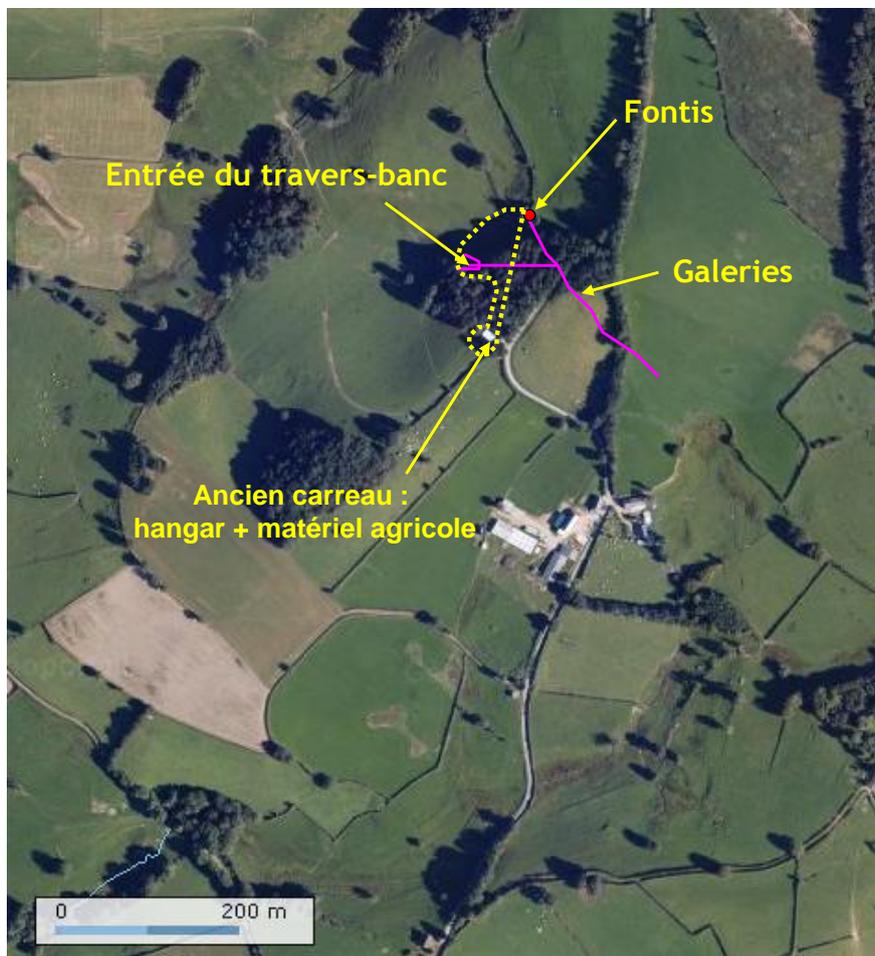


Figure 1 : Vue aérienne du site Outeloup (d'après Géoportail)

1. NATURE DES TRAVAUX MINIERS ET REAMENAGEMENTS

Type de travaux	Travaux miniers souterrains
Période d'exploitation	Mai à décembre 1955
Production d'uranium (T)	1,36
Réaménagements réalisés	En 1976, l'entrée du travers-banc été remblayée, de même que la galerie passant sous la route D291. Les différents talus ont été remodelés.
Fin des réaménagements	1976 Lors de la visite d'état des lieux d'Areva de juin 2009, il a été constaté que le fontis, repéré en 1991 et localisé à l'extrême nord des travaux souterrains, est toujours visible, mais n'aurait pas évolué (cône de 2 à 3 m de diamètre et de 1,5 m de profondeur).
Réalisation en cours	
Projets futurs	
Surveillance	

Source principale : Areva

Les travaux miniers ont eu lieu en 1955. Ils ont consisté au creusement d'un travers-banc à flanc de coteau, accompagné d'environ 340 m de galeries situées au même niveau (figures 1 et 2).

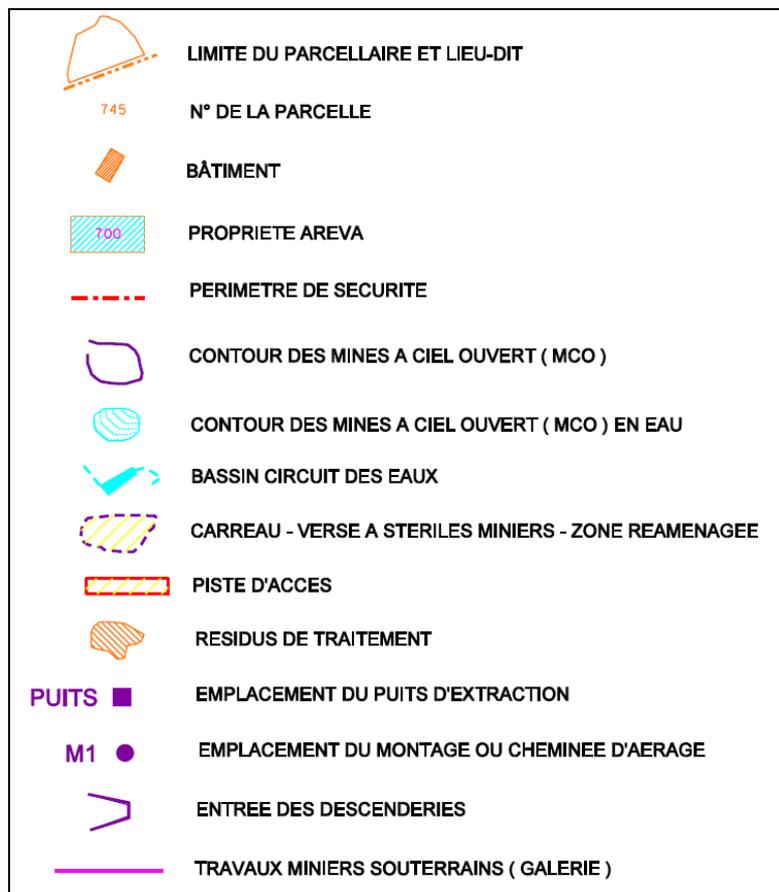
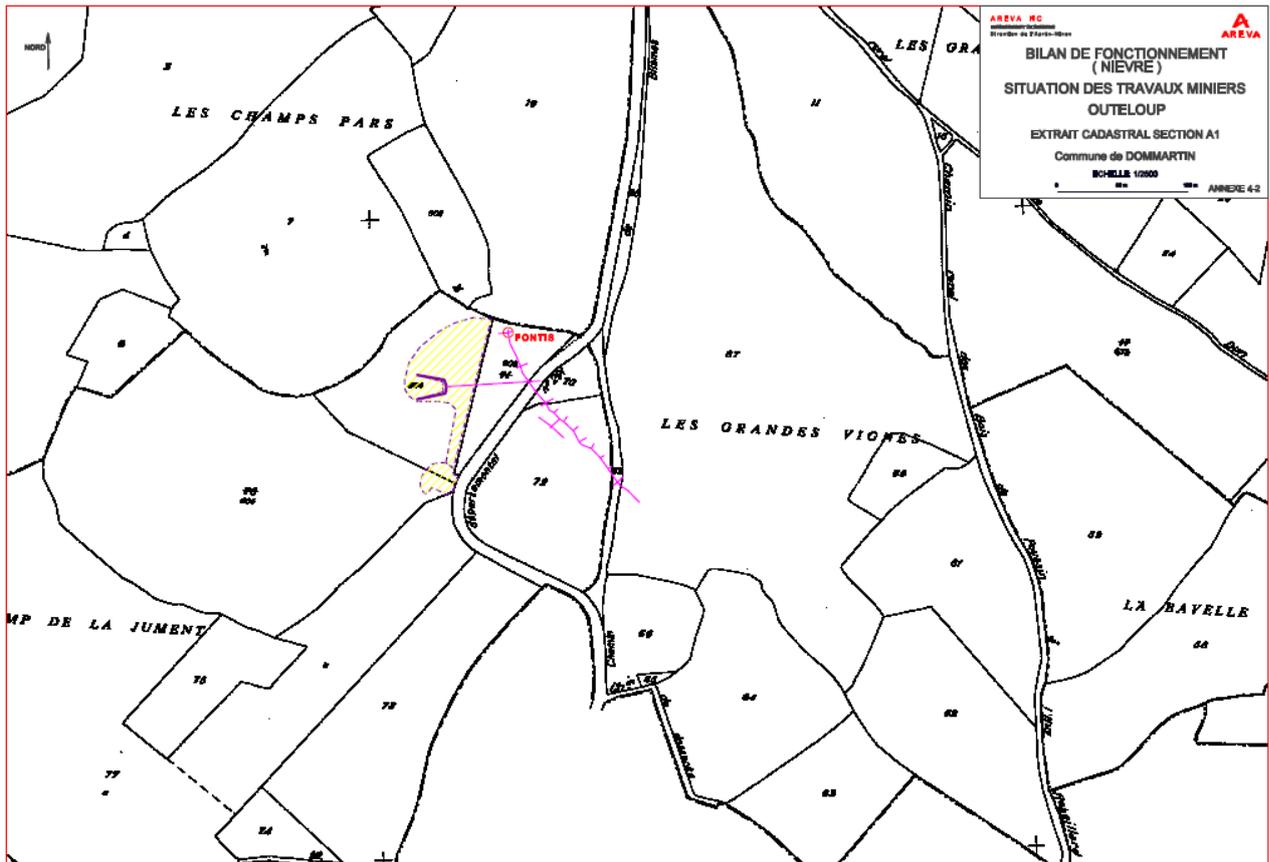


Figure 2 : Situation des travaux miniers sur fonds cadastraux sur le site Outeloup (source Areva [3])

2. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DU SITE ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE SURFACE

Le site d'Outeloup est localisé à environ 3 km au Nord-Ouest de Dommartin (figure 1 à 3). Le paysage environnant est vallonné et constitué de bois et de quelques champs.

Des suintements ont été observés au niveau de l'entrée du travers-banc par Areva en 2009. Les eaux s'écoulent en direction d'un ruisseau, affluent du Veynon, qui traverse un étang situé à l'Est du site de Grandry (figure 3).

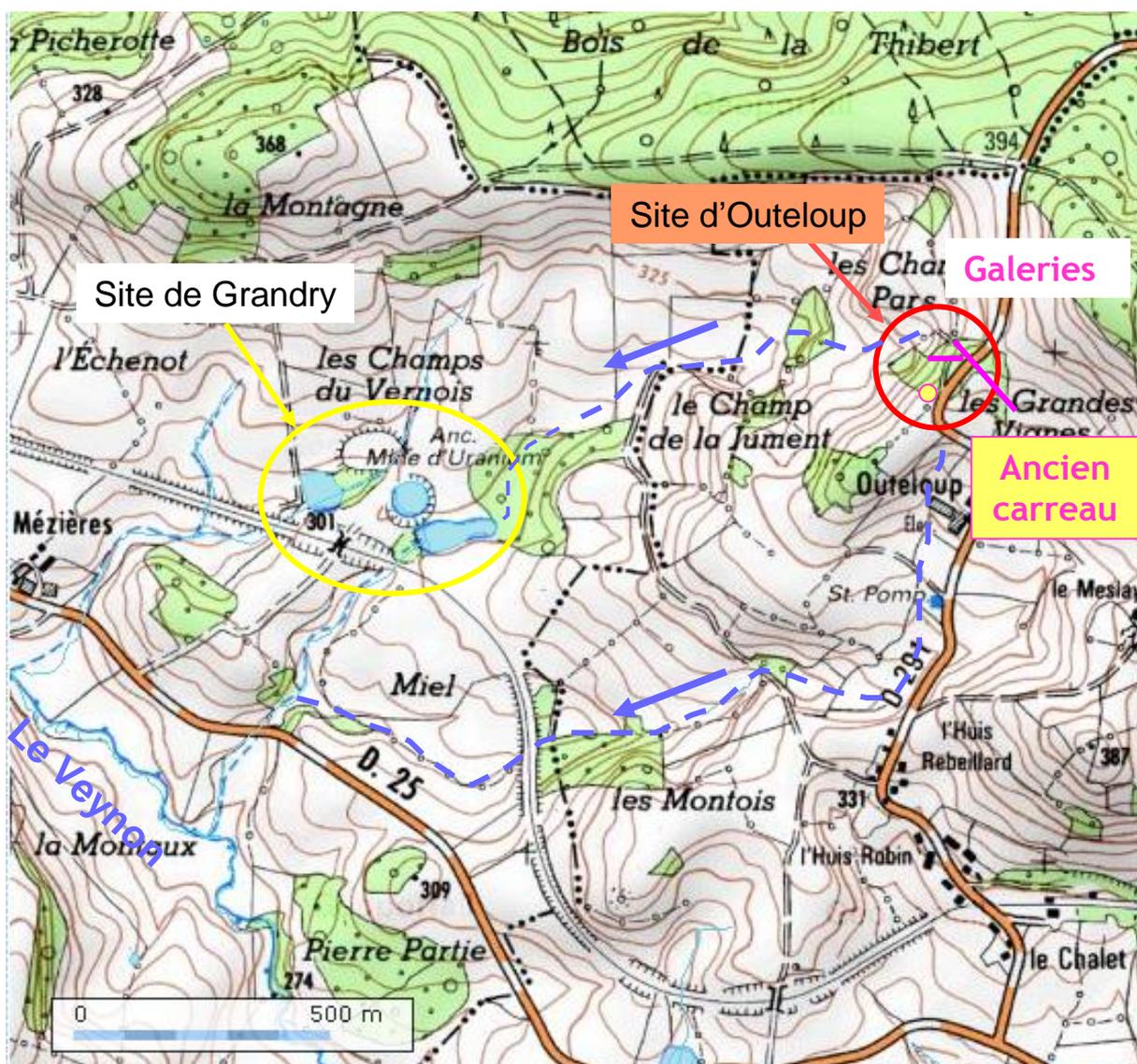


Figure 3 : Localisation du site Outeloup et réseau hydrographique de surface à proximité de l'ancien site minier ; les flèches bleues indiquent le sens des écoulements connus (sur fonds Géoportail)

3. OBSERVATIONS DE TERRAIN

Date de la visite et contexte	
20 juillet 2011 dans le cadre des contrôles de second niveau du programme MIMAUSA	
Objectifs de la visite	
Préciser l'usage et l'accès au site. Effectuer des mesures radiométriques sur site notamment au niveau de l'ancien carreau où est aménagé un hangar et où sont entreposés des matériaux et machines agricoles. Réaliser des prélèvements d'eau sur site (entrée du travers banc), et en champs proche et éloigné du site (amont et aval).	
Personnes présentes	
Ouvrages visibles	
Aucun	
Existence d'une convention d'usage particulière	Non

3.1. OBSERVATIONS DE LA SITUATION ACTUELLE

Le site est accessible par la route départementale 291. Propriété privée, le site est entouré par un grillage en fils barbelés. Son entrée n'a pas de portail (figures 3 et 4).



Figure 4 : Ancien carreau du site Outeloup : hangar, matériel agricole et entreposage de matériaux sur l'ancien carreau de la mine.



Figure 5 : Site Outeloup : vue vers le chemin d'accès conduisant aux travaux miniers.

Au moment de la visite de l'IRSN, la zone des anciens travaux miniers était envahie par la végétation (bois, ronces, friche ; figure 5) et les emplacements de l'entrée du travers-banc et du fontis n'ont pu être localisés.

3.2. OBSERVATIONS DES USAGES ACTUELS SUR LE SITE

Le terrain correspondant à l'ancien carreau de la mine est entretenu. Il est utilisé pour l'entreposage de machines agricoles, de bois ou de matériaux (figure 4). Un hangar y a été aménagé (figure 4). La zone correspondant à l'emplacement des travaux miniers est actuellement boisée et laissée en friche.

3.3. OBSERVATIONS CONCERNANT LA SITUATION RADIOLOGIQUE

3.3.1. MESURES RADIAMETRIQUES DE SURFACE

Données Areva

Des mesures au SPPy ont été réalisées par Areva au cours de la visite d'état des lieux en juin 2009 [3] : à l'entrée du travers-banc, les valeurs sont comprises entre 200 et 300 chocs/s, sur l'ancien carreau de la mine, elles sont comprises entre 450 et 500 chocs/s (milieu naturel de l'ordre de 100 à 120 chocs/s).

Contrôles IRSN.

Des mesures de débits de dose ont été effectuées par l'IRSN à environ 50 cm au-dessus du sol. Les résultats obtenus ont été reportés sur les figures 4 à 6. Ils ne résultent pas d'un balayage systématique de toutes les zones concernées par l'ancien site minier mais d'un balayage au gré des déplacements réalisés au cours de la visite du site. Les débits de dose mesurés dans l'environnement naturel sont de l'ordre de 120 à 300 nSv/h.

Les mesures de l'IRSN confirment les variations rapportées par Areva avec quelques valeurs supérieures sur l'ancien carreau. Sur ce dernier, les débits de dose varient entre 265 et 1050 nSv/h (soit plus de 3,5 fois les niveaux mesurés dans le milieu naturel). Sur la partie accessible de l'ancien chemin d'accès aux travaux, les débits de dose sont de l'ordre de 200 à 450 nSv/h.



Figure 6 : Résultats des mesures radiométriques réalisées sur le site Outeloup (sur fonds Géoportail)

3.3.2. ANALYSES DES EAUX SOUS INFLUENCE POTENTIELLE DU SITE

Données Areva

Au cours de la campagne de mesure de 2009, Areva a procédé à plusieurs prélèvements d'eau (figure 7) :

- Au niveau de l'écoulement en sortie de travers-banc (OTL TB) ; les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction soluble de l'échantillon étaient de $5,1 \mu\text{g.l}^{-1}$ et de 250 mBq.l^{-1} respectivement ;
- dans le ruisseau récepteur des eaux du travers-banc (OTL RU) ; les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction soluble de l'échantillon étaient $<1 \mu\text{g.l}^{-1}$ et $<20 \text{ mBq.l}^{-1}$ respectivement ;
- dans le ruisseau situé au Sud-est du site (OTL D291) ; les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction soluble de l'échantillon étaient $<1 \mu\text{g.l}^{-1}$ et de 70 mBq.l^{-1} respectivement.

Areva a procédé à un prélèvement d'eau dans la rivière le Veynon, en amont de tous les sites de la Nièvre (VEY RUA). Les teneurs en uranium et en radium 226 dans la fraction soluble de l'échantillon étaient $<1 \mu\text{g.l}^{-1}$ et 20 mBq.l^{-1} respectivement.

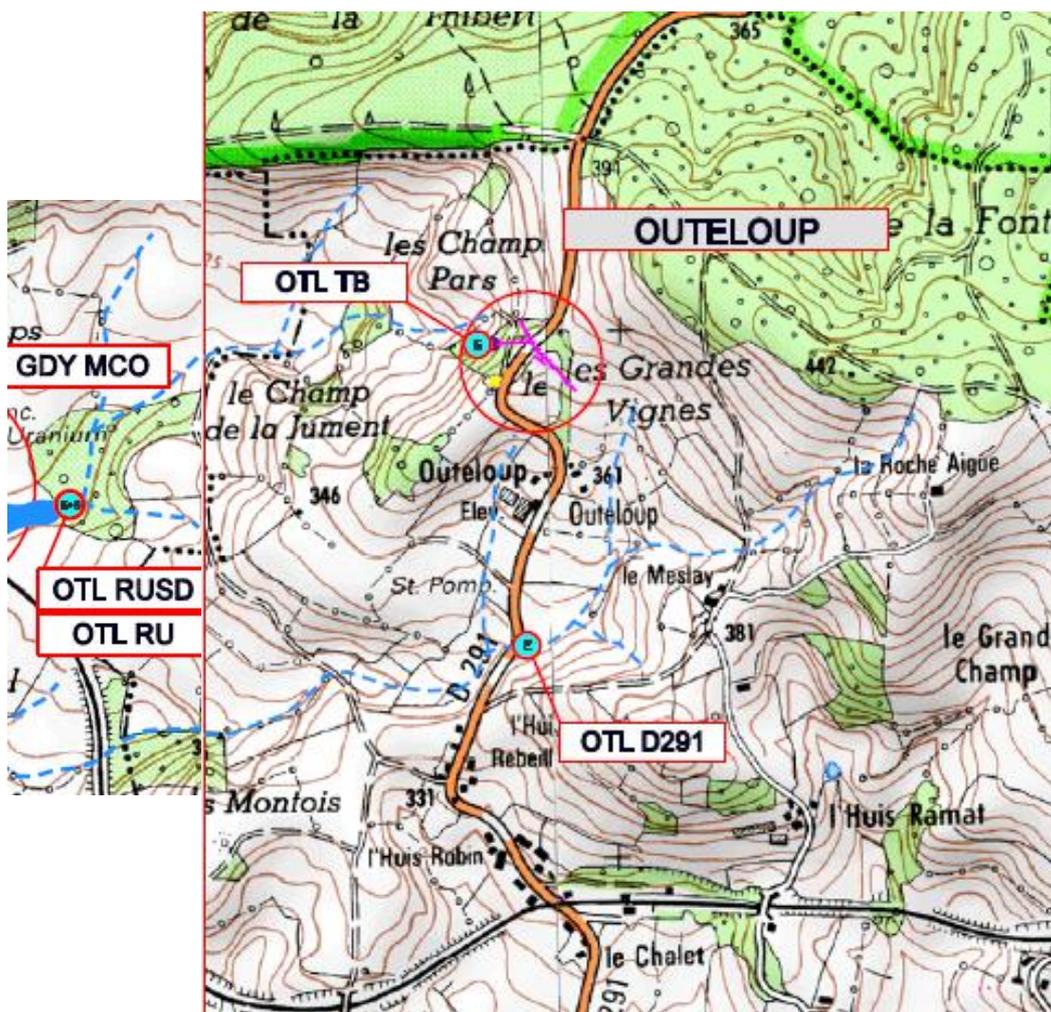


Figure 7 : Points de prélèvements d'Areva en 2009 sur le site de Outeloup et à ses alentours

Contrôles IRSN.

Deux prélèvements d'eau ont été effectués par l'IRSN (figures 8 à 10), pour contrôles des mesures d'Areva :

- dans le ruisseau récepteur des eaux du travers-banc (M_OUT_RUW) ;
- dans le ruisseau situé au Sud-est du site et potentiellement sous influence de celui-ci (M_OUT_RUSE).

Les résultats des analyses radiologiques sur les échantillons d'eau sont synthétisés dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Résultats des analyses radiologiques sur les eaux prélevées aux abords du site

		Outeloup			
		Uranium ($\mu\text{g.l}^{-1}$)		Radium 226 (mBq.l^{-1})	
		dissous	particulaire	dissous	particulaire
M_OUT_RUW	Ruisseau récepteur des eaux du travers-banc	$0,7 \pm 0,07$	$0,35 \pm 0,03$	25 ± 2	6 ± 5
M_OUT_RUSE	Ruisseau situé au Sud-est du site	$0,49 \pm 0,05$	$1,37 \pm 0,14$	15 ± 11	26 ± 9

Les résultats indiquent des concentrations du même ordre de grandeur que celles généralement mesurées pour des eaux de surface dans des contextes géologiques similaires.

Les résultats d'analyses de l'eau prélevée dans le ruisseau récepteur des eaux du travers-banc indique des concentrations en uranium et en radium 226 similaires à celles rapportées par Areva.

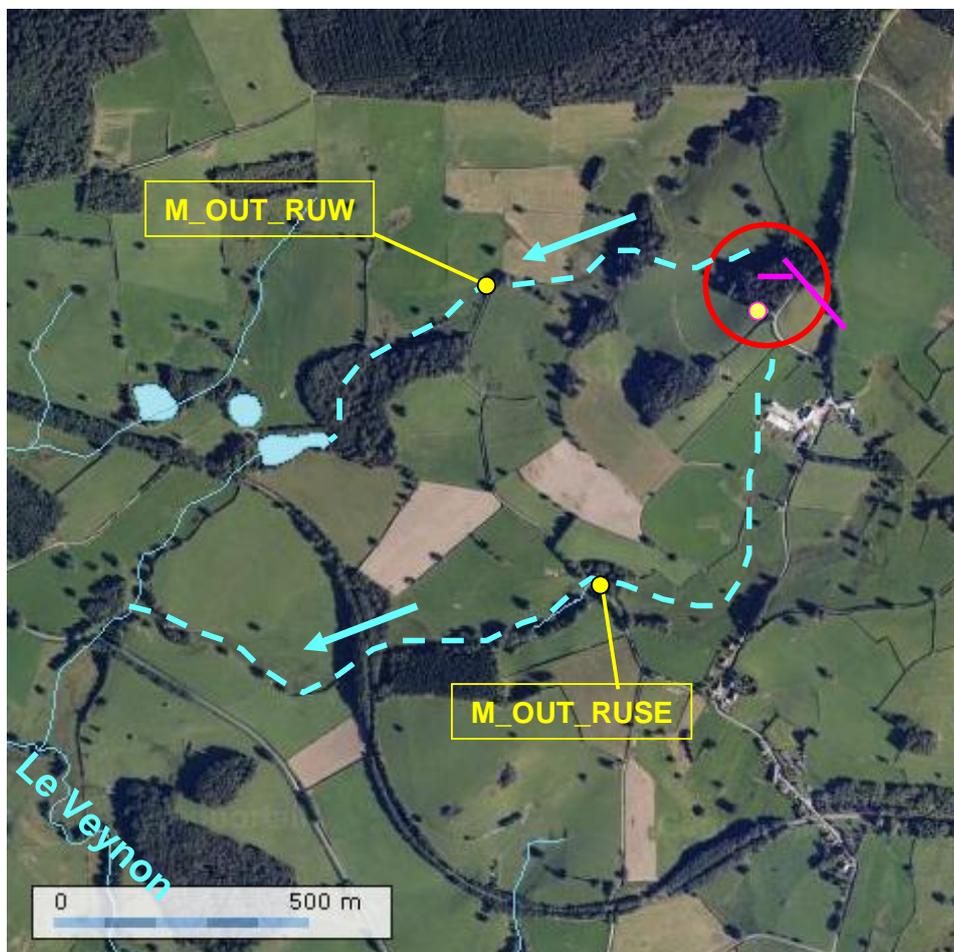


Figure 8 : Localisation des prélèvements d'eau IRSN aux abords du site Outeloup



Figure 9 : Vue du ruisseau recevant les eaux du travers-banc en aval du site Outeloup (prélèvement d'eau M_OUT_RUW de l'IRSN).



Figure 10 : Vue du ruisseau situé au Sud et en aval du site Outeloup (prélèvement d'eau M_OUT_RUSE de l'IRSN).

3.3.3. ANALYSES DES SEDIMENTS DANS LES PLANS D'EAU POTENTIELLEMENT SOUS INFLUENCE DU SITE

Données Areva

Au cours de la campagne de mesure de 2009, Areva a procédé à un prélèvement de sédiments dans le ruisseau récepteur des eaux du travers-banc (OTL RUSD). Les activités en uranium 238, radium 226, plomb 210 et thorium 230 étaient respectivement de 190, 250, 290 et <700 Bq.kg⁻¹ de matière sèche.

Contrôle IRSN.

La mesure Areva n'a pu être contrôlée par l'IRSN au moment de la visite compte tenu de l'inaccessibilité du site.