

BILAN ENVIRONNEMENTAL

Sites miniers des Deux-Sèvres

AREVA

BG Mines / DRES / Direction de l'Après-Mines

Établissement de Bessines

Préambule

Le présent bilan environnemental a été prescrit par l'arrêté préfectoral n°4973 du 17 mai 2010. Il a été rédigé conformément à l'article 2 de cet arrêté préfectoral et aux dispositions prévues dans la circulaire n°2009-132 du 22 juillet 2009, cosignée entre le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer et l'Autorité de Sureté Nucléaire (ASN), portant sur la gestion des anciennes mines d'uranium.

Ce bilan porte sur l'ensemble des sites miniers uranifères figurant dans l'arrêté préfectoral.

Ainsi, ce bilan a pour objectif de dresser un état des lieux des connaissances sur l'ensemble des sites miniers uranifères du département des Deux-Sèvres.

Ce bilan comporte onze chapitres répondant successivement aux exigences énumérées dans l'axe 2 « Améliorer la connaissance de l'impact environnemental et sanitaire des anciennes mines d'uranium et la surveillance » de la circulaire du 22 juillet 2009 susvisée. Les chapitres de ce bilan concernent :

- Chapitre 1 : une présentation générale des activités minières des Deux-Sèvres en les replaçant dans leur contexte géographique et historique.
- Chapitre 2 : une présentation générale des sites dans leur environnement géologique, climatique, hydrologique et hydrogéologique.
- Chapitre 3 : le cadre réglementaire passé et actuel décrivant les différentes polices applicables aux sites miniers et les plans d'actions édictés au niveau national.
- Chapitre 4 : les techniques d'exploitation minières et le traitement du minerai d'uranium.
- Chapitre 5 : une présentation des sites miniers par bassins versants et leur situation administrative.
- Chapitre 6 : une description des résidus et déchets d'exploitation (stériles miniers).
- Chapitre 7 : une évaluation des impacts en terme de sécurité publique (risques liés aux travaux miniers souterrains, aux mines à ciel ouvert et aux verses à stériles).
- Chapitre 8 : une évaluation des impacts sur l'environnement et la population, via les trois vecteurs suivants : eau, air et chaîne alimentaire.
- Chapitre 9 : une évaluation de la dose efficace ajoutée annuelle.
- Chapitre 10 : les mesures prises pour réduire les impacts listés dans les chapitres 7 et 8.
- Chapitre 11 : les conclusions de l'analyse environnementale des sites des Deux-Sèvres, accompagnées de propositions d'actions complémentaires à mettre en œuvre et de la description du programme de gestion des stériles mis en place par AREVA Mines dans le cadre de l'axe 3 de la circulaire du 22 juillet 2009.

Avertissement

Les développements ci-après présentent parfois un caractère technique, dû à la complexité de la matière et du contexte.

Afin de faciliter la lecture du présent document, un développement concernant des généralités sur la radioactivité a été établi à la page 11. De plus, un glossaire général et une liste des sigles et abréviations utilisés sont présentés aux pages 149 et 155.

Le lecteur est invité à s'y reporter en tant que de besoin.

Sommaire

Préambule	3
Avertissement	5
Sommaire	7
Généralités concernant la radioactivité	11
1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DES ACTIVITÉS MINIÈRES ET INDUSTRIELLES DES DEUX-SÈVRES	15
1.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE	15
1.2 HISTORIQUE	15
2 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE L'ENVIRONNEMENT DES SITES	17
2.1 CONTEXTE GÉOLOGIQUE [1]	17
2.1.1 Géologie des terrains uranifères [2]	17
2.1.2 Tectonique [1]	17
2.1.3 Caractéristiques des minéralisations	18
2.1.4 Fond radiologique régional	18
2.2 ENVIRONNEMENTS PAYSAGERS ET DÉMOGRAPHIQUES	19
2.2.1 Relief et paysage [3][4]	19
2.2.2 Démographie du département [5]	19
2.3 CONTEXTE CLIMATIQUE [3]	20
2.3.1 Pluviométrie	20
2.3.2 Températures	21
2.3.3 Vents	21
2.4 CONTEXTE HYDROLOGIQUE	21
2.4.1 Bassins versants [6]	21
2.4.2 Débits des cours d'eau [7]	22
2.4.3 Utilisation des eaux	22
2.5 CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE	25
2.5.1 Généralités	25
2.5.2 Site de la Commanderie	26
3 CADRE RÉGLEMENTAIRE	31
3.1 RÉGLEMENTATION EN VIGUEUR	31
3.1.1 Polices sectorielles	31
3.1.2 Polices transversales	39

3.1.3	Tableau de synthèse des polices applicables aux sites miniers	40
3.2	PLAN D' ACTIONS DE L'ÉTAT	40
3.2.1	Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs (PNGMDR)	40
3.2.2	MIMAUSA [10]	42
3.2.3	Circulaire du 22 juillet 2009 sur la gestion des anciennes mines d'uranium	42
4	EXPLOITATION MINIÈRE ET TRAITEMENT DES MINERAIS	45
4.1	LES MÉTHODES D'EXPLOITATION	45
4.1.1	Les travaux de reconnaissance	45
4.1.2	Exploitation souterraine	45
4.1.3	Exploitation à ciel ouvert	46
4.2	LE TRAITEMENT DU MINERAI	47
4.2.1	Le traitement dynamique	48
4.2.2	Le traitement statique ou lixiviation	50
5	PRÉSENTATION DES SITES MINIERS	53
5.1	GÉNÉRALITÉS	53
5.2	SITUATIONS RÉGLEMENTAIRES DES SITES ET INSTALLATIONS ARRÊTÉES	54
5.2.1	Titres miniers	54
5.2.2	Situation administrative relative à la fermeture des sites	55
5.3	SITES MINIERS ET BASSINS VERSANTS	55
5.4	PRÉSENTATION DES SITES	56
5.4.1	Bassin versant de la Sèvre Nantaise	57
5.4.2	Bassin versant de l'Ouin	59
6	RÉSIDUS ET DÉCHETS D'EXPLOITATION	61
6.1	LES STÉRILES MINIERS	61
6.1.1	Généralités – Teneur en uranium	61
6.1.2	Réaménagement des verses à stériles	62
6.1.3	Réutilisation particulière des stériles	63
6.2	LES RÉSIDUS DE TRAITEMENT	64
6.2.1	Les résidus de traitement statique	64
6.2.2	Le remblayage hydraulique des chantiers avec des sables cyclonés issus du traitement dynamique	65
6.3	LES PRODUITS DE DÉMANTÈLEMENT	66
6.4	DESCRIPTION DU STOCKAGE DE LA COMMANDERIE	66
6.5	LES DÉCHETS PROVENANT D'AUTRES INSTALLATIONS	67
7	ÉVALUATION DES IMPACTS EN TERME DE SÉCURITÉ PUBLIQUE	69
7.1	INTRODUCTION	69
7.2	LES RISQUES LIÉS AUX TRAVAUX MINIERS SOUTERRAINS [11][13]	71

7.2.1	Les ouvrages de liaison fond-jour	71
7.2.2	Les infrastructures et chantiers souterrains.....	76
7.3	LES RISQUES LIÉS AUX MINES A CIEL OUVERT [13].....	84
7.4	LES RISQUES LIÉS AUX VERSES A STÉRILES [13].....	88
7.5	SYNTHÈSE CARTOGRAPHIQUE DES RISQUES [11][12][13][14].....	90
8	ÉVALUATION DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT	95
8.1	IMPACT SUR LE VECTEUR EAU.....	95
8.1.1	Voies de contamination sur le milieu aquatique	95
8.1.2	Valeurs de référence « milieu naturel ».....	96
8.1.3	Analyse par bassin versant de l'impact réel sur le milieu aquatique.....	97
8.1.4	Bilan sur le milieu aquatique	106
8.2	IMPACT SUR LE VECTEUR AIR	109
8.2.1	Voies de contamination de l'air	109
8.2.2	Surveillance de la qualité radiologique de l'air.....	109
8.2.3	Étude de l'aléa radon dans les Deux-Sèvres [14][15].....	110
8.2.4	Résultats de la surveillance de la qualité de l'air	113
8.3	IMPACT SUR LA CHAÎNE ALIMENTAIRE ET LES SOLS.....	120
8.3.1	Voies de contamination de la chaîne alimentaire	120
8.3.2	Contrôles de la chaîne alimentaire (Figure 12).....	120
9	ÉVALUATION DE LA DOSE EFFICACE AJOUTÉE.....	121
9.1	PRINCIPE DE L'ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES	121
9.2	RISQUES RADIOLOGIQUES.....	121
9.3	LA NOTION DE DOSE EFFICACE.....	122
9.4	MÉTHODE D'ÉVALUATION DE LA DOSE EFFICACE AJOUTÉE DANS L'ENVIRONNEMENT PROCHE DES SITES	123
9.4.1	Voies d'exposition à considérer	123
9.4.2	Détermination des groupes de références	124
9.4.3	Calcul de la dose efficace annuelle ajoutée	124
9.5	Évaluation de la dose efficace ajoutée sur les sites miniers.....	126
9.5.1	Site de la Dorgissière.....	126
9.5.2	Site de la Commanderie	127
9.5.3	Site de la Chapelle Largeau.....	128
10	MESURES PRISES POUR RÉDUIRE LES IMPACTS	133
10.1	RÉDUCTION DES IMPACTS SUR LE VECTEUR AIR.....	133
10.2	RÉDUCTION DES IMPACTS SUR LE VECTEUR EAU	134
11	CONCLUSIONS.....	137

11.1	CONCLUSIONS DE L'ANALYSE ENVIRONNEMENTALE et PROPOSITIONS D' ACTIONS COMPLÉMENTAIRES A METTRE EN ŒUVRE	137
11.2	GESTION DES STÉRILES MINIERS	139
11.3	INFORMATIONS DU PUBLIC	142
	Références bibliographiques.....	145
	Liste des figures, annexes et plans	147
	Glossaire	149
	Sigles et abréviations	155

Généralités concernant la radioactivité

Quelques définitions concernant l'atome

La matière est constituée à partir d'atomes ou d'assemblages d'atomes (molécules...). Ceci est vrai à la fois pour le monde vivant et pour les objets inanimés (roches, air, eau...). Ces atomes, que l'on pensait, jusqu'à la fin du XIX^e siècle, être les constituants élémentaires de la matière, peuvent être décomposés en deux parties :

- un noyau central qui est un assemblage de protons et de neutrons, l'ensemble de ces particules étant appelé nucléons
- un nuage périphérique d'électrons tournant autour de ce noyau

Les protons portent une charge électrique positive, les électrons une charge électrique négative et les neutrons ne portent pas de charge électrique. Dans leur état fondamental (état stable, donc de plus basse énergie), les atomes ont une charge électrique globale nulle ; ceci implique que les atomes à l'état fondamental possèdent autant de protons que d'électrons.

Un élément chimique est un ensemble d'atomes comportant le même nombre de protons (et donc le même nombre d'électrons). Les atomes d'un élément chimique peuvent cependant comporter des nombres différents de neutrons ; ils sont alors appelés isotopes de cet élément.

Exemple :

L'élément carbone, noté C, est caractérisé par un nombre de protons égal à 6. Naturellement, on observe trois isotopes particulièrement abondants pour cet élément : le carbone 12 contenant 6 neutrons (soit 12 nucléons), le carbone 13 contenant 7 neutrons (soit 13 nucléons) et le carbone 14 contenant 8 neutrons (soit 14 nucléons).

La radioactivité : un phénomène naturel

Deux interactions fondamentales sont à l'œuvre au sein des noyaux d'atomes : l'interaction forte (ou force nucléaire) et l'interaction électromagnétique.

La force électrique agit à longue distance, en attirant les particules de charge opposée et en repoussant les particules de même charge. Ainsi, cette force tend à éloigner les protons les uns des autres, au sein du noyau atomique (force déstabilisante).

En revanche, la force nucléaire agit à très courte distance en faisant fortement s'attirer les nucléons. Elle constitue donc une force stabilisante pour le noyau.

Pour des très courtes distances, l'interaction forte est beaucoup plus intense (100 à 1 000 fois plus) que la force électrique. Dans la nature, la plupart des noyaux d'atomes sont donc stables.

Cependant, certains atomes sont instables du fait d'un excès de protons ou de neutrons, voire des deux, qui rompt l'équilibre des interactions assurant la cohésion de leur noyau. Ils sont dits radioactifs et sont appelés radio-isotopes ou radionucléides.

Naturellement, ces noyaux d'atomes radioactifs tendent à retrouver un état d'équilibre. Ils se transforment alors spontanément en d'autres noyaux d'atomes, eux-mêmes radioactifs ou non. Cette transformation irréversible d'un atome en un autre atome est appelée désintégration et s'accompagne de l'émission de différents types de rayonnements.

On peut donc noter qu'un même élément chimique peut présenter à la fois des isotopes radioactifs et des isotopes non radioactifs.

- *Le rayonnement alpha* est émis par des atomes dont les noyaux possèdent un trop grand nombre de nucléons (neutrons et protons). Ils se transforment en un autre élément chimique dont le noyau est plus léger en émettant un noyau d'hélium (He), c'est-à-dire un noyau constitué de 2 protons et 2 neutrons. Ce rayonnement a une pénétration très faible dans l'air et est arrêté par une simple feuille de papier.
- *Le rayonnement bêta* résulte de l'instabilité des noyaux dont le nombre de protons ou de neutrons est en excès. Pour se stabiliser, le proton en surplus se transforme en neutron avec émission d'un positon (*rayonnement bêta plus*) ou bien le neutron en surplus se transforme en proton avec émission d'un électron (*rayonnement bêta moins*). Dans les deux cas, la désintégration implique une transformation de l'élément initial en un autre élément chimique. Les électrons du rayonnement bêta moins ont une pénétration faible dans l'air et sont arrêtés par une feuille d'aluminium de quelques millimètres d'épaisseur. Les positons du rayonnement bêta plus sont pratiquement absorbés sur place : ils fusionnent avec des électrons pour former deux photons gamma, ce qui ramène le problème au cas du rayonnement gamma.
- *Le rayonnement gamma* suit souvent une désintégration alpha ou bêta. Il provient d'une simple désexcitation du noyau nouvellement formé ; il s'agit d'une onde électromagnétique, de même nature que la lumière visible ou les rayons X, mais en plus énergétique. Ce rayonnement a une très grande pénétration et n'est arrêté que par une forte épaisseur de béton ou de plomb.

Ces trois types de rayonnements font partie des rayonnements ionisants car, du fait de leur haute énergie, ils sont capables d'arracher des électrons aux atomes des matières qu'ils traversent, formant ainsi des ions. Ils sont donc nocifs pour les organismes vivants.

Caractérisation d'une source radioactive

Une source radioactive peut être caractérisée à l'aide de trois paramètres :

- *son activité*, c'est-à-dire le nombre de noyaux radioactifs qui se désintègrent par unité de temps. Cette activité est liée au nombre de radionucléides initialement présents et s'exprime en becquerels noté Bq ; 1 Bq équivaut à une désintégration par seconde.

On a donc :

1 Bq = 1 désintégration par seconde

1 000 Bq = 1 kilobecquerel (1 kBq)

1 000 000 Bq = 1 mégabecquerel (1 MBq)

1.10^9 Bq = 1 gigabecquerel (1 GBq)

1.10^{12} Bq = 1 térabecquerel (1 TBq)

- *sa période (ou demi-vie)*, c'est-à-dire la durée au bout de laquelle son activité a diminué de moitié. En effet, l'activité d'un échantillon radioactif diminue avec le temps du fait de la disparition progressive par désintégration des noyaux instables qu'il contenait initialement.

La période radioactive est une propriété intrinsèque des radionucléides et peut aller de quelques fractions de seconde (0,000164 seconde pour le polonium 214) à plusieurs milliards d'années (4,47 milliards d'années pour l'uranium 238).

- *l'énergie du ou des rayonnements qu'elle produit* et notamment l'énergie que ces rayonnements cèdent à la matière qu'ils traversent. La quantité de rayonnements absorbés (ou dose absorbée) par un organisme ou un objet est exprimée en gray noté Gy.

Une valeur de 1 Gy équivaut à un joule par kilogramme de matière irradiée. On utilise également le débit de dose absorbée qui correspond à la quantité d'énergie reçue par la matière irradiée par unité de masse et par unité de temps ; il s'exprime en gray par heure (noté Gy/h).

La notion d'activité

Mis à part le becquerel que nous avons déjà vu, il existe une autre unité plus ancienne permettant d'exprimer les valeurs d'activité : le Curie, noté Ci.

Une activité de 1 Curie représente l'activité d'un gramme de radium c'est-à-dire le nombre de noyaux contenus dans 1 gramme de radium 226 qui se désintègrent en 1 seconde.

Cette activité est beaucoup plus grande que le becquerel car, dans un gramme de radium, il se produit 37 milliards de désintégrations par seconde.

On a donc : $1 \text{ Ci} = 3,7.10^{10} \text{ Bq} = 37 \text{ GBq}$

Il est difficile de se représenter des valeurs aussi élevées. On peut donc user d'un exemple concret développé par l'ANDRA afin de mieux évaluer à quoi correspond une activité de 1 GBq.

Supposons que vous creusiez une excavation de la taille d'une piscine d'environ 4 m x 10 m x 2 m. Vous allez extraire un volume de terre d'environ 80 m³. Si votre terrain est situé en pays cristallin (granitique...), en Bretagne par exemple, il est probable que ces 80 m³ contiennent une radioactivité d'environ 1 GBq.

Cela signifie que ce volume de terre « émet » une radioactivité naturelle correspondant à un milliard de désintégrations par seconde (10⁹), due essentiellement aux éléments uranium, thorium, radium et potassium 40 qui rentrent dans la composition de cette terre.

Exemples de valeurs de radioactivité naturelle pour différents milieux

70 éléments parmi les 340 existant dans la nature présentent un (ou des) isotope(s) radioactif(s). Ils sont présents dans tout l'environnement, y compris dans le corps humain.

On peut ainsi estimer les valeurs moyennes d'activité naturellement associées à différents types de milieux (sources des données : ANDRA, CEA) :

Eau de pluie	0,5 Bq/l
Eau de mer	13 Bq/l
Eau minérale naturelle	2 à 6 Bq/l dont 0,01 à 0,9 Bq/l d'U238 et 0,02 à 1,8 Bq/l de Ra226
Terre	500 à 5 000 Bq/kg selon la nature du sol
Pomme de terre	150 Bq/kg
Lait	40 Bq/l
Poisson	100 Bq/kg
Corps humain	130 Bq/kg soit 8 000 à 10 000 Bq pour un adulte

1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DES ACTIVITÉS MINIÈRES ET INDUSTRIELLES DES DEUX-SÈVRES

1.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Le périmètre concerné par le présent bilan environnemental couvre l'ensemble des activités minières uranifères passées sur le département des Deux-Sèvres. Les communes concernées sont listées dans le tableau suivant :

Secteur	Sites	Communes
La Mallièvre	La Roche-Pied-Rôti	La Chapelle Largeau (commune de Mauléon)
	La Chapelle-Largeau	La Chapelle-Largeau (Mauléon)
	La Dorgissière	Saint-Amand-sur-Sèvre
	La Commanderie	Le Temple (commune de Mauléon) <i>(Treize-Vents, Vendée, Pays-de-La-loire)</i>

Le département des Deux-Sèvres comporte ainsi quatre anciens sites miniers ayant fait l'objet d'extraction de minerais d'uranium. Ces sites sont situés dans le secteur dit de la Mallièvre, du nom de la concession minière à laquelle ils appartenaient.

Il est à noter que le site de la Commanderie est situé sur deux régions : le Poitou-Charentes (Deux-Sèvres, commune Mauléon) et les Pays-de-la-Loire (Vendée, commune des Treize-Vents).

1.2 HISTORIQUE

Le département des Deux-Sèvres a vu l'exploitation, de 1952 à 1990, d'un ensemble de gisements uranifères granitiques qui ont produit environ 5 000 tonnes d'uranium métal à partir de 4 997 000 tonnes de minerai d'une teneur moyenne de 1,24 ‰ (1,24 kg d'uranium par tonne).

En 1945, le Général de Gaulle créait le Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA). La prospection des zones granitiques des régions de l'Ouest de la France commença en 1950, avec la création de la Mission Volante de Vendée-Bretagne (M.V.V.B). En 1952, le premier indice important du département des Deux-Sèvres est découvert à la mine de Bel-Air, aujourd'hui appelée site de la Chapelle-Largeau.

Dès 1953, ce site fait l'objet de travaux miniers souterrains, avec le fonçage d'un puits jusqu'au niveau – 80.

En 1954, la division minière de Vendée est créée. Suite à la découverte de nombreux gisements dans la région voisine des Pays-de-la-Loire, le projet d'implantation d'une usine de traitement à l'Écarpière est confié à la Société Industrielle des Minerais de l'Ouest (SIMO), société créée par le CEA et les Établissements Kuhlmann.

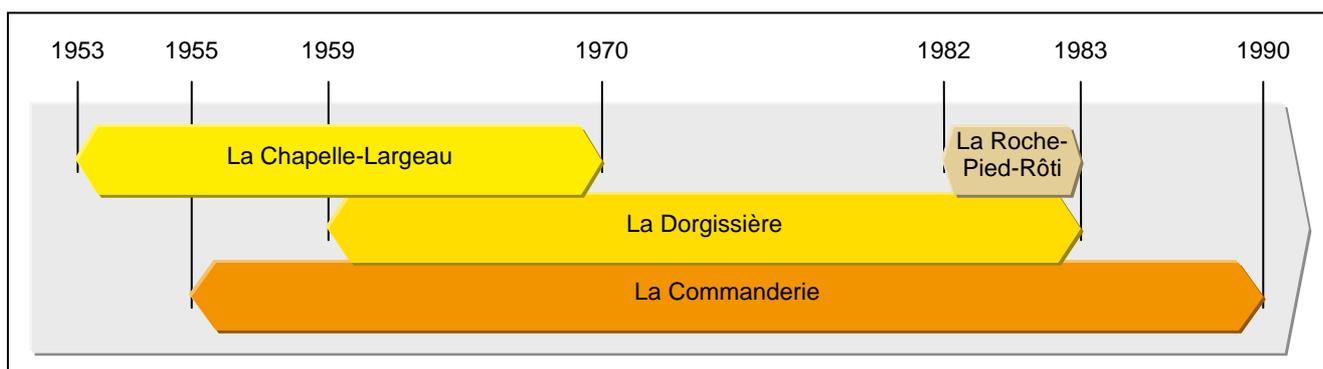
La construction de l'usine commença en 1956, et les premières tonnes de minerais sont traitées dès 1957.

Parallèlement, la prospection continuait, avec la découverte en 1955 des gisements de la Commanderie et de la Dorgissière.

En 1976, la COmpagnie GENérale des MATières nucléaires (COGEMA) succède au CEA dans le secteur des mines uranifères.

Il est à noter qu'à partir des années 60, la méthode d'exploitation par mine à ciel ouvert est alors privilégiée, du fait de la diminution du prix de l'uranium, donc de la nécessité de réduire les coûts d'exploitation et de prendre les têtes de gisements.

La chute du prix de l'uranium conduisit à l'arrêt de la dernière exploitation deux-sévriens, le site de la Commanderie, en 1990.



La division de Vendée ferma en 1991. Les réaménagements furent réalisés par la « Section Gérée de Vendée », c'est-à-dire par le personnel de l'ancienne division de Vendée géré administrativement par la division de la Crouzille (Limousin).

2 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE L'ENVIRONNEMENT DES SITES

2.1 CONTEXTE GÉOLOGIQUE [1]

Le contexte géologique régional s'inscrit dans l'histoire du Massif Armoricain et plus particulièrement à la partie sud-est de ce dernier. Les différents massifs granitiques, renfermant les minéralisations uranifères visées par ce bilan environnemental, sont liés à la mise en place de trois domaines (cf. carte géologique régionale en annexe 5.1) :

- **le domaine de l'Anticlinal de Cornouaille**, présent au Sud de la Bretagne et se prolongeant selon un axe NW-SE jusque dans la région des Pays de la Loire.
- **le domaine Ligérien** présent au Nord de l'Anticlinal de Cornouaille.
- **et le domaine Ouest Vendéen**, situé au Sud de l'Anticlinal de Cornouaille.

La structure actuelle de ces trois domaines s'est mise en place il y a environ 300 – 350 millions d'années, lors de la rencontre entre les plaques tectoniques Aquitaine et Armorique, qui entraîna la mise en place de grandes failles de cisaillement. La plus importante de ces failles sépare le domaine Ligérien et celui de l'Anticlinal de Cornouaille. Cette faille à décrochement dextre est appelée « zone broyée sud-armoricaine » (ZBSA).

C'est également à cette époque que se sont mis en place différents massifs ou batholites granitiques, comme le batholite de Mortagne, situé en bordure nord de la ZBSA dans le domaine Ligérien.

2.1.1 Géologie des terrains uranifères [2]

Les principaux indices uranifères exploités, et visés par ce bilan environnemental, sont répartis dans ou en bordure du batholite granitique de Mortagne (annexes 5.2 et 5.3). Ce dernier est constitué par un granite rose clair porphyroïde à gros grains, contenant de la biotite et de la muscovite.

Les contacts entre le batholite de Mortagne et les terrains encaissants environnants sont faillés et mylonitisés.

2.1.2 Tectonique [1]

Les principales structures faillées de la région sont liées à la mise en place de la ZBSA (Zone Broyée Sud-Armoricaine). Cette faille majeure à décrochement senestre, orientée NW-SE, a engendré la création de plusieurs failles conjuguées orientées E-W, comme la faille de Cholet-Izernay.

Les sites deux-sévriens sont situés sur un grand faisceau structural, qui affecte cette extrémité du batholite de Mortagne, depuis le bord Sud, à la Dorgissière, jusqu'à la bordure Nord, au niveau de la Chapelle Largeau, en passant par la Commanderie.

2.1.3 Caractéristiques des minéralisations

Les caractéristiques des minéralisations et gisements rencontrés sur les différents sites sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Sites miniers	Terrains encaissants	Caractéristiques des minéralisations et des gisements
La Roche-Pied-Rôti	Batholite granitique de Mortagne	La minéralisation est associée à deux filons siliceux qui constituent les épontes d'un granite altéré. Elle est constituée par des produits noirs, des gumites et de la pechblende.
La Chapelle-Largeau	Bordure Nord-est du batholite de Mortagne, à une centaine de mètres du contact, toujours marqué par une mylonitisation du leucogranite	Le gisement comporte un double système structural : l'un, orienté NW-SE, parallèle au contact (filon Dédet) et le second N 170°E (filon École). La minéralisation est présente dans des amas, des filons argileux, des brèches siliceuses. Elle est constituée par de l'autunite en surface, des produits noirs et de la pechblende plus en profondeur.
La Dorgissière	Bordure Sud du batholite de Mortagne, au contact avec l'encaissant métamorphique schisteux très altéré et argileux.	Les minéralisations sont dans le granite ou les schistes, liées à des structures transverses ou parallèles au contact. Elles se présentent en petits amas métriques formés d'imprégnations d'autunite et de produits noirs occupant toutes les directions de fractures, diaclases et schistosité dans les structures.
La Commanderie	Terminaison Sud-est du batholite granitique de Mortagne.	La minéralisation se répartie sur des zones d'amas et elle est caractérisée par l'absence de gangue. Elle est constituée essentiellement par la pechblende qui apparait diffuse dans un granite altéré (rubéfié par l'hématite) ou massive dans des réseaux serrés de fissures.

2.1.4 Fond radiologique régional

Les visites de terrain de 2012 ont permis d'évaluer le fond radiométrique naturel, qui est lié aux différenciations pétrographiques des terrains.

Le tableau suivant récapitule les références milieu naturel pour chacun des sites faisant l'objet du présent bilan.

Sites miniers	Valeurs radiométriques (mesurées en chocs/seconde SPPγ)	Débit d'équivalent de dose gamma (mesurées en μSv/h)
La Roche-Pied-Rôti	90 – 100	0,15
La Chapelle-Largeau	90 – 110	0,15
La Dorgissière	110 – 130	0,14 à 0,16
La Commanderie	100 – 120	0,12 à 0,15

2.2 ENVIRONNEMENTS PAYSAGERS ET DÉMOGRAPHIQUES

2.2.1 Relief et paysage [3][4]

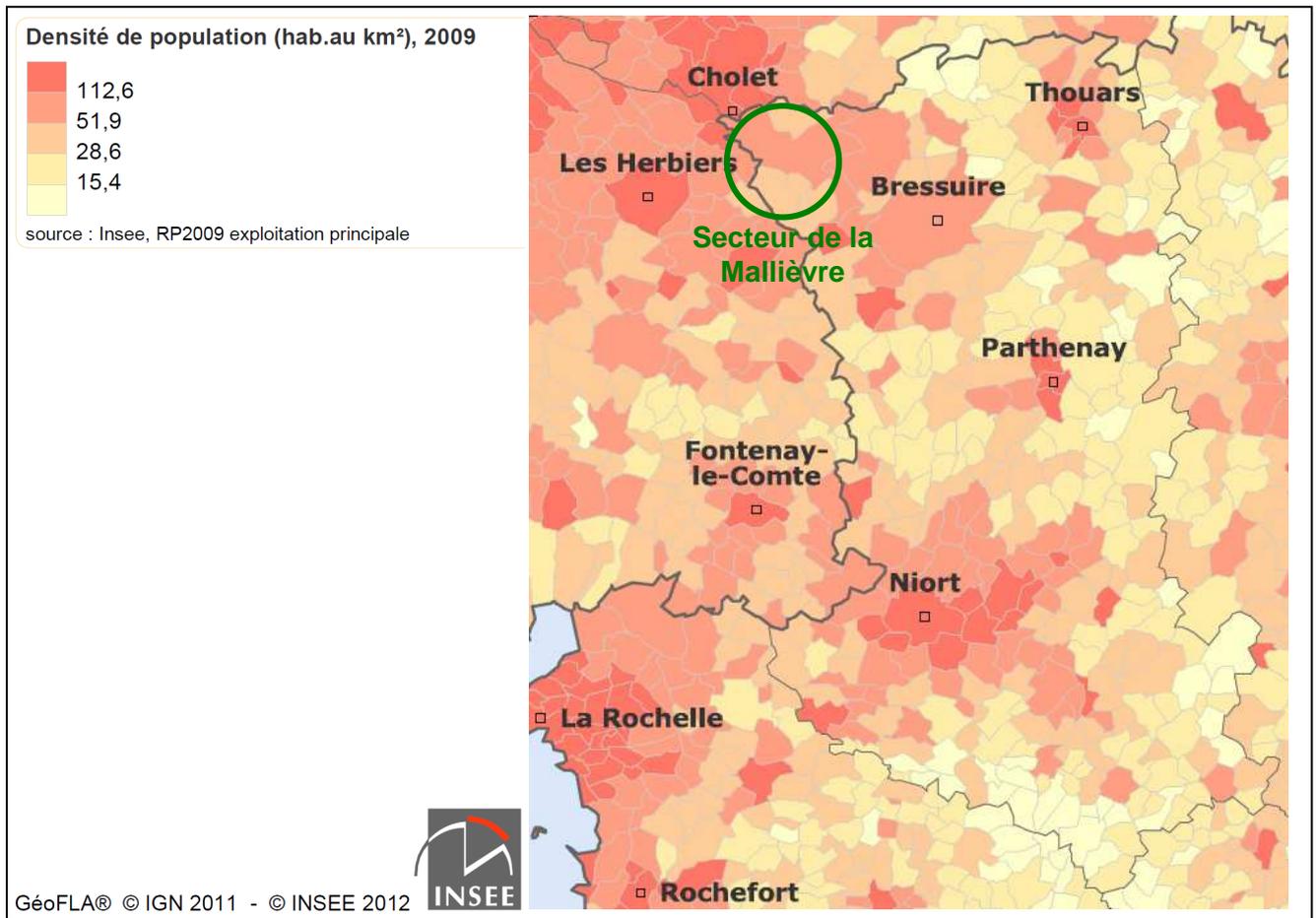
Le département des Deux-Sèvres possède un relief peu contrasté, avec un point culminant à 272 mètres au Terrier du Fouilloux, près de Parthenay. Il est sillonné de nombreux cours d'eau, de faible débit et de régime relativement régulier.

Quatre régions naturelles composent les Deux-Sèvres :

- Le Bocage, au Nord-Ouest, constitué de champs entourés de haies vives épaisses. L'habitat y est dispersé, et situé à proximité des cours d'eau ;
- La Gâtine, au centre, de type bocager, mais constitué majoritairement de pré ;
- Les Plaines, dont l'habitat est regroupé en gros bourgs, et en particulier :
 - La plaine de Thouars, située au Nord-Est du département. Ses coteaux sont plantés de vignes ;
 - La plaine de Niort au sud du département.
- Le Marais Poitevin au Sud-Ouest, ancien golfe des Pictons, où furent réalisés de nombreux travaux d'assainissement afin de permettre la mise en culture de cette région.

2.2.2 Démographie du département [5]

La carte ci-dessous présente la densité de population par commune, sur l'ensemble du département des Deux-Sèvres :



Le département des Deux-Sèvres est moyennement peuplé, avec 366 339 habitants en 2009. L'Ouest du département apparaît plus peuplé que l'Est.

Il est à noter que cette population est en augmentation, notamment au niveau de l'agglomération de Niort.

Le secteur de la Mallièvre a une densité de population faible, inférieure à 52 habitants au km².

2.3 CONTEXTE CLIMATIQUE [3]

Le département des Deux-Sèvres bénéficie d'un climat tempéré océanique, variant peu d'un endroit à l'autre du département. Les hivers sont doux et les étés faiblement chauds. Les précipitations sont fréquentes en hiver et au printemps, mais rarement violentes

2.3.1 Pluviométrie

Le tableau suivant présente les précipitations moyennes sur l'ensemble du département :

Secteurs	Précipitations moyennes
Contreforts de la Gâtine	1 000 mm/an
Plaines de Thouars	600 mm/an
Val de Sèvres	800 mm/an

La pluviométrie est très inégale dans l'année. L'été correspond à une phase de sécheresse dans le département, tandis que les pluies sont très fréquentes en dehors de la période estivale.

2.3.2 Températures

Le tableau suivant présente les températures moyennes sur l'ensemble du département :

Secteurs	Températures moyennes
Contreforts de la Gâtine	11°C
Plaines de Thouars	11°C
Val de Sèvres	12°C

2.3.3 Vents

Le département des Deux-Sèvres est soumis à des vents de dominante Ouest, Sud-Ouest, liés à l'influence océanique.

2.4 CONTEXTE HYDROLOGIQUE

2.4.1 Bassins versants [6]

Les gisements uranifères exploités sont répartis sur deux bassins versants principaux (cf. Figure 2) :

- Le **bassin versant du ruisseau de l'Ouin**, qui se jette dans la rivière la Sèvre Nantaise (sites de la Roche Pied Rôti et de la Chapelle Largeau),
- Le **bassin versant de la Sèvre Nantaise** (sites de la Dorgissière et de la Commanderie).

Le ruisseau de l'Ouin s'écoule sur environ 34 km. La surface totale du bassin versant est de 101 km². La portion concernée par les activités minières correspond à celle traversant la Chapelle Largeau, sur la commune de Mauléon. Ce ruisseau est un affluent de la Sèvre Nantaise. Les deux cours d'eau se rejoignent au niveau de Saint-Laurent-sur-Sèvre.

Le bassin versant de la Sèvre Nantaise, d'une superficie totale de 2 350 km², couvre la partie Nord-Ouest du département des Deux-Sèvres. Le tronçon concerné par les anciennes activités minières du département deux-sévrien correspond à celui traversant les communes de Saint-Amand-sur-Sèvre à Saint-Laurent-sur-Sèvre.

2.4.2 Débits des cours d'eau [7]

Les données sur l'écoulement des cours d'eau sont fournies par des mesures de débits effectuées par des stations hydrométriques [7].

Les valeurs des paramètres caractéristiques des débits, sont présentées dans le tableau suivant :

Bassin versant	Localisation	Surface du BV km ²	Débits moyens m ³ /s	Débits d'étiage		Crues		Débits maxi journaliers m ³ /s	Débits maxi instantanés m ³ /s
				QMNA2 m ³ /s	QMNA5 m ³ /s	QIX biennal m ³ /s	QIX décennal m ³ /s		
L'Ouin	Amont : Mauléon (La Voie Moulins)	61	0,62	0,028	0,011	14	21	16	25
La Sèvre Nantaise	Amont : St-Mesmin (la Branle)	359	3,99	0,26	0,14	62	98	109	210
	Aval : Tiffauges (La Moulinette)	814	9,00	0,53	0,20	120	240	331	442

Ces paramètres sont variables et propres à chaque cours d'eau. Ils sont à mettre en relation avec :

- le relief environnant (monts, plateaux, plaines, embouchure,...),
- le couvert végétal (forêts, prairies, ...),
- le régime d'écoulement du cours d'eau,
- la pluviométrie (elle-même liée au relief),
- l'atténuation des débits due aux nappes superficielles.

2.4.3 Utilisation des eaux

Barrages et production d'hydroélectricité

De nombreux barrages, de petites importances, sont présents en aval des sites miniers uranifères sur le cours d'eau de la Sèvre Nantaise.

Pour les cours d'eau concernés par ce bilan environnemental, il n'existe aucun barrage avec production d'hydroélectricité en aval des sites miniers.

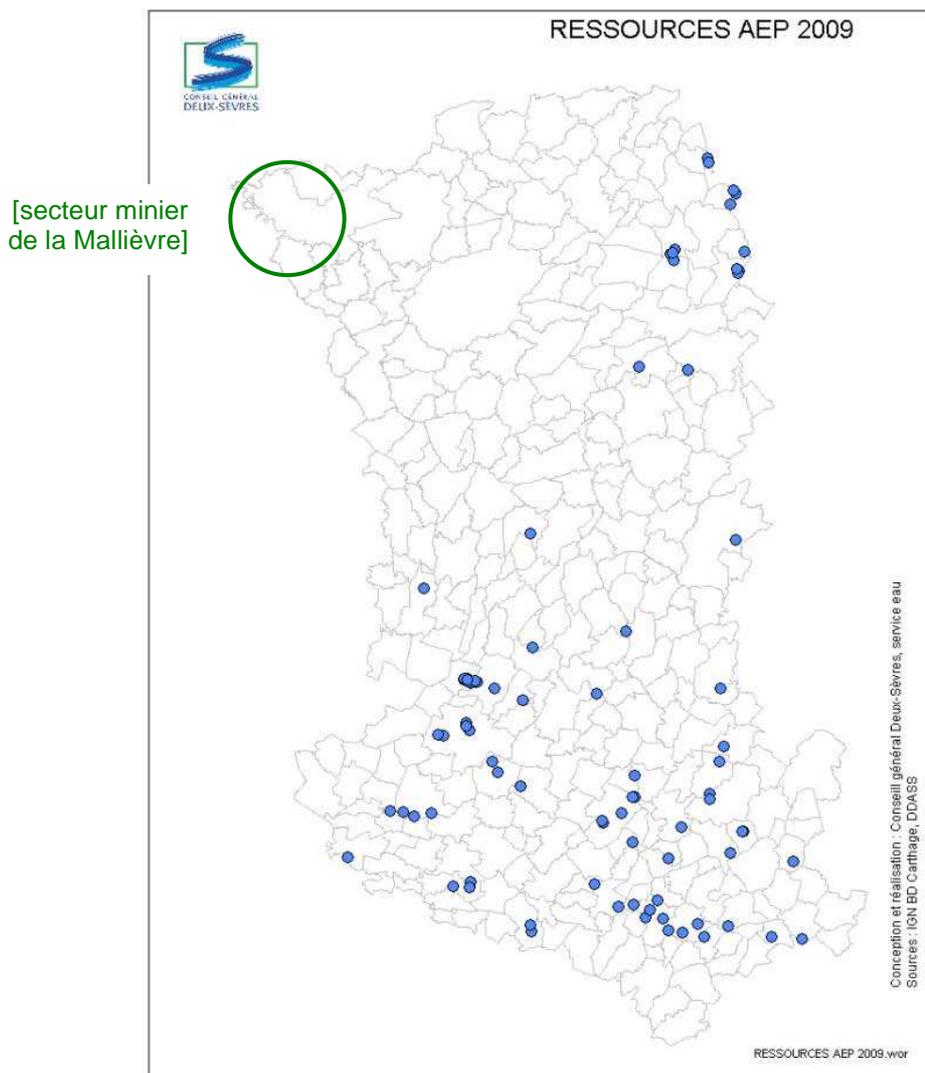
Alimentation en eau potable [8]

L'alimentation en eau potable dans le département des Deux-Sèvres est décrite dans le Schéma départemental des Deux-Sèvres – Eau potable, réalisé et révisé par le Conseil Général, en partenariat avec les Agences de l'Eau Loire-Bretagne et Adour Garonne et les services de l'État.

L'extrait correspondant à la description de l'utilisation des eaux figure ci-après :

« Du fait de sa géologie particulière, le département se caractérise d'un point de vue de ses ressources par :

- *une zone sur socle schisteux et granitique (moitié nord du département) où la ressource en eau souterraine est quasiment absente. L'alimentation en eau potable est essentiellement constituée d'écoulements superficiels (barrage du Cébron) [hors bassin versant du secteur minier de la Mallièvre]*
- *une zone constituée de roches sédimentaires (nord est et moitié sud) où les aquifères sont abondants en distinguant :*
 - *une partie nord et centre où les ressources sont peu profondes et donc vulnérables.*
 - *une partie sud où l'aquifère de l'infra Toarcien, en nappe profonde, constitue une ressource majeure, identifiée dans le SDAGE Adour- Garonne comme devant préférentiellement être utilisée pour l'eau potable.*



»

Ainsi, le secteur minier de la Mallièvre est situé en dehors des zones de captage d'alimentation en eau potable.

Irrigation

Du fait de l'inégalité de la pluviométrie durant l'année, l'irrigation est soumise à de nombreuses restrictions durant la période estivale dans le département des Deux-Sèvres.

Des projets de gestion à l'échelle des bassins versants sont en cours de mise en place. Les sites miniers uranifères deux-sévriens appartiennent au bassin de la Sèvre Nantaise.

Ainsi, la Coopérative de l'Eau des Deux-Sèvres, en collaboration de la Chambre d'Agriculture, a pour objectif de gérer l'ensemble des projets d'irrigation collectifs. Elle gèrera les installations techniques (stations de pompage, réseaux collectifs,...).

Remarque : L'eau des mines de la Roche Pied Rôti, la Dorgissière et la Commanderie est utilisée à des fins d'irrigation, respectivement par le propriétaire, le locataire et l'Association Syndicale Libre de la Commanderie. Sur ce dernier site, l'accord de la DRIRE a été donné en 1993.

Le tourisme et les loisirs

Le département des Deux-Sèvres a développé sur son territoire, un tourisme dit « vert », correspondant à un tourisme familial ou de groupe dont l'attraction est liée à la pratique d'activités proches de la nature (parcs naturels et jardins, randonnées pédestres, etc.).

La capacité d'hébergement touristique du département comprend principalement :

- des résidences secondaires,
- des locations de vacances (meublés, gîtes d'étapes),
- des établissements destinés à des séjours de courte durée (hôtel de tourisme et chambres d'hôtes),
- des terrains de camping.

Les SDAGE et les SAGE

Les bassins versants, concernés par ce bilan environnemental, appartiennent au bassin Loire-Bretagne, qui est soumis à un Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE). Les orientations fondamentales et les dispositions du SDAGE 2010-2015 sont :

- Repenser les aménagements de cours d'eau
- Réduire la pollution par les nitrates
- Réduire la pollution organique
- Maîtriser la pollution par les pesticides
- Maîtriser les pollutions dues aux substances dangereuses
- Protéger la santé en protégeant l'environnement
- Maîtriser les prélèvements d'eau

- Préserver les zones humides et la biodiversité
- Rouvrir les rivières aux poissons migrateurs
- Préserver le littoral
- Préserver les têtes de bassin versant
- Réduire le risque d'inondations par les cours d'eau
- Renforcer la cohérence des territoires et des politiques publiques
- Mettre en place des outils réglementaires et financiers
- Informer, sensibiliser, favoriser les échanges

De plus, sur l'ensemble du département, il existe des Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE), dont les objectifs sont en adéquation avec le SDAGE Loire-Bretagne. Le secteur visé par le présent bilan environnemental est intégré au SAGE « Sèvre Nantaise » (État d'avancement au 31/12/2011 : en première révision), dont les principaux objectifs sont les suivants :

- *« reconquérir la qualité de l'eau brute par la maîtrise des rejets ponctuels et des pollutions diffuses ;*
- *maintenir, préserver, développer la diversité de la ressource en eau (qualité, quantité, continuité hydraulique) ;*
- *maintenir, préserver, développer la diversité des milieux aquatiques, du patrimoine biologique et du patrimoine bâti et historique lié à l'eau ;*
- *sensibiliser, informer, former et responsabiliser ;*
- *prévenir et gérer les risques d'inondations ;*
- *favoriser la concertation autour des sites touristiques (équilibre entre les différents usages). »*

2.5 CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

2.5.1 Généralités

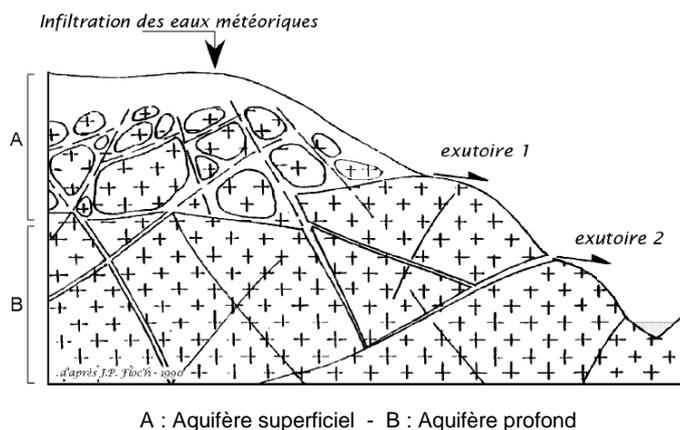
Les aquifères sont liés à la nature même du sol et du sous-sol.

Les secteurs concernés par les sites miniers correspondent à des roches cristallines (socle) ne comportant que de petites réserves dans les zones altérées. Ces aquifères sont considérés comme à intérêt local.

En effet, au sein de ces roches, deux types d'aquifères peuvent être rencontrés :

- les aquifères superficiels [A], dans la zone arénisée, dont l'épaisseur peut dépasser une dizaine de mètres sur les plateaux, où les eaux vont s'accumuler. Ces aquifères constituent des « poches » au niveau des interfluves, appelées « nappes d'arènes ». Elles sont souvent isolées et d'extension limitée, exploitées par des puits fermiers creusés jusqu'au substratum rocheux.
- les aquifères profonds [B], où, à la faveur de fractures plus ou moins ouvertes, ou dans le cas de l'environnement de chantiers souterrains, l'eau peut s'accumuler par gravité et constituer des réserves en général peu productrices.

Ces deux types d'aquifères peuvent être schématisés de la manière suivante :



En théorie, on va donc observer, au-dessous de la nappe perchée superficielle, un aquifère profond discontinu où l'eau s'accumule par gravité dans les fractures ouvertes. Dans le milieu naturel, les exutoires de ce système se situent à deux niveaux (cf. schéma précédent) :

- sur les versants de vallons, c'est à dire au point de rencontre de l'interface — nappe perchée - substratum sain – topographie (exutoire 1) ;
- à l'intersection d'une fracture profonde drainante, de la surface libre de l'aquifère et de la topographie (exutoire 2).

2.5.2 Site de la Commanderie

Dans le cadre de la procédure de délaissement et d'abandon partiel du site de la Commanderie, une étude hydrogéologique a été réalisée en 1993 par la COGEMA.

Cette étude a été menée au début de la mise en eau de la MCO de la Commanderie.

CONTEXTE HYDROLOGIQUE DU SITE :

A l'origine, le gisement se trouvait près d'une butte, délimitée au Nord par le ruisseau de la Filée, au Sud par celui du lieu-dit la Commanderie.

Pendant l'exploitation, et à l'heure actuelle, la situation est la suivante :

- le ruisseau de la Filée est isolé au Nord du site. Il ne reçoit qu'un faible ruissellement du flanc Nord-Ouest de l'ancien carreau minier ;
- le ruisseau de la Commanderie passait à l'écart de la MCO. Au Sud, il recevait l'eau d'exhaure de la mine (après traitement), qui arrivait par la rigole de contournement Nord. Il a été dévié et alimente aujourd'hui le plan d'eau formé par l'ancienne MCO ;
- un troisième thalweg, plus petit et situé entre les deux précédents, laisse passer un écoulement Sud-Ouest vers le carreau ; il rejoint la rigole de contournement puis le ruisseau de la Commanderie ;
- le ruisseau de la Boisdrotière reçoit une partie des ruissellements du versant Sud-Ouest des versants à stérile de la MCO, il rejoint ensuite le ruisseau de la Filée.

Le carreau de la mine a une superficie de près de 73 ha

En traçant la ligne au partage des eaux, on constate que seulement 41 ha forment le bassin versant des travaux miniers (lorsque n'est pris en compte que le ruissellement).

CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE DU SITE :

La mine souterraine de la Commanderie, à la différence des autres mines de la Division de Vendée, a toujours été décrite comme une « mine sèche ».

En effet, à l'arrêt des activités en 1990, près de 2 000 000 t de matériaux avaient été extraites en travaux souterrains, tandis que le débit d'exhaure n'était alors que de 13 m³/h (hors eau d'injection et remblayage hydraulique).

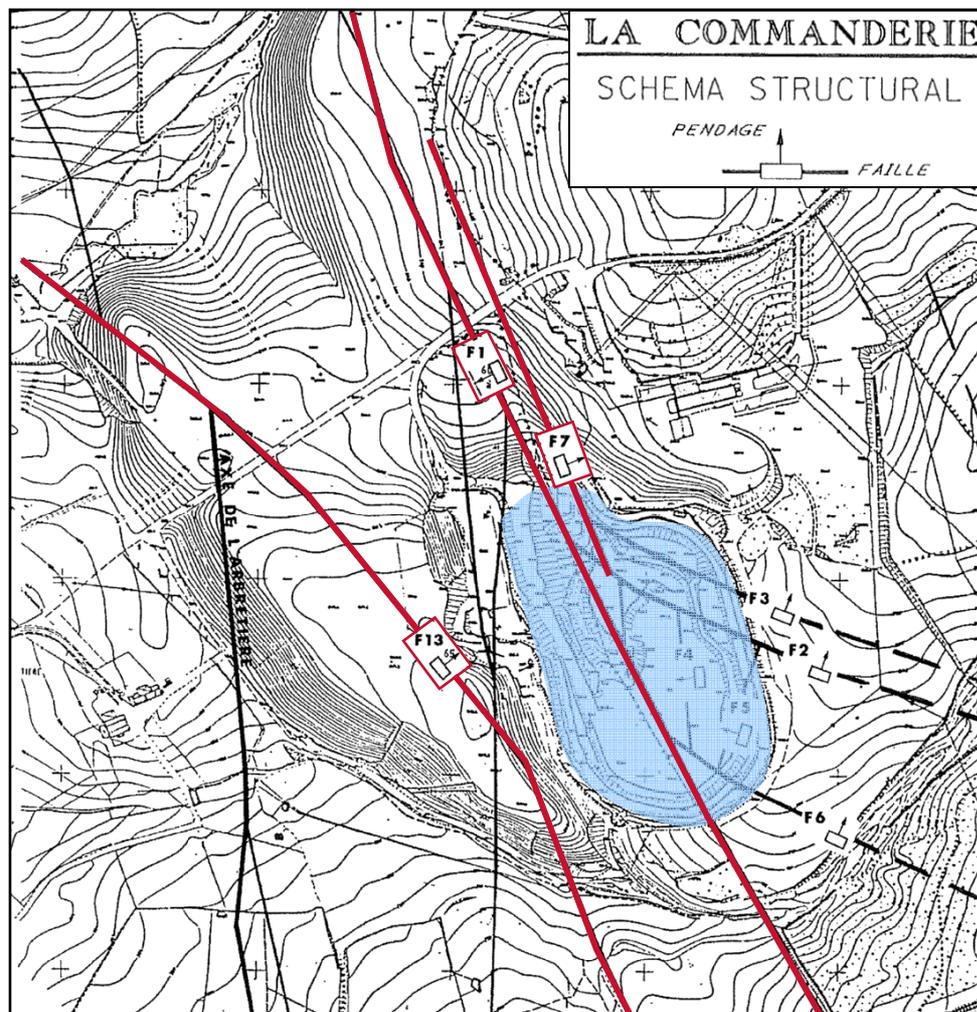
Les principales venues d'eau passaient par le puits, et dans une moindre mesure par les autres ouvrages de liaisons fond-jour. Elles étaient très liées aux précipitations, et étaient collectées dans l'albraque du Niveau 300.

Dans l'environnement, les travaux n'ont affecté qu'un seul puits. En effet, lors du creusement de la descenderie L 200, le puits de la Basse Boisdrotière a été rapidement asséché, à la traversée d'une fracture siliceuse. Cette relation entre la nappe de surface du granite et une fracture drainante visible à plus de 150 m sous cette surface est particulièrement remarquable, et sans doute exceptionnelle. La corrélation entre les précipitations et cette venue d'eau est nette

Remarque : Un assèchement du puits Grand Bois situé à 700 m au Sud-Est du site, a été observé alors que les travaux de creusement de la MCO débutaient. Cependant, il est très peu probable que la mine ait affecté ce puits, les perturbations sont imputables à une campagne de sondages.

L'observation géologique en surface et au fond permet d'expliquer le peu d'abondance d'eau :

- à la différence des autres grandes mines de la Division de Vendée, la mine de la Commanderie ne se situe pas près du contact granite de Mortagne-encaissant, la fracturation du granite est moins intense, et surtout on observe peu d'axes Nord Sud comportant des accidents tectoniques drainants. Il n'y a donc pas de réservoirs d'eau importants en profondeur.
- la majorité des grands accidents tectoniques (F1, F7, F13, par ex) sont argileux, donc forment des barrages hydrauliques.



- la formation du gisement, il y a 200 à 300 millions d'années, si elle a eu lieu grâce à une compression qui a engendré une forte fracturation, s'est cependant terminée par une altération argileuse assez importante, très défavorable à la circulation d'eau.
- enfin, pour ce qui est des eaux des réservoirs de surface, nous sommes dans un contexte d'altération arénitique, donc favorable à la présence de petits réservoirs à la base de la roche décomposée, lorsque l'argile n'est pas trop abondante.

Exceptionnellement, les quelques failles ou fractures siliceuses Nord-Sud que l'on peut observer sont refracturées par les phases tectoniques finales de la formation du gisement : dans ce cas, elles peuvent former des drains, mais dont l'influence est réduite.

CONCLUSION DE L'ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE DU SITE :

La conclusion de l'étude hydrogéologique de 1993 figure ci-après :

« La mine de la Commanderie occupe une superficie de 72 ha dont 41 forment le bassin versant des travaux miniers.

Un bilan hydrologique permet d'estimer les apports dus aux précipitations de 100 000 à 170 000 m³/an selon la pluviométrie.

La mine de la Commanderie est connue comme une mine « sèche » avec absence d'aquifères importants et un exhaure de 17 m³/h surtout lié aux précipitations.

Le noyage des travaux souterrains durera environ 24 mois, Cette durée ne dépendant que des volumes à remplir (environ 360 000 m³). La MCO par son volume (1 500 000 m³) se remplira en 17 ans, le niveau d'eau pouvant atteindre la cote 185 laissant une partie du premier gradin hors d'eau.

Mais les débits de noyage ont été fortement augmentés par l'apport d'eaux extérieures au site afin de constituer dans la MCO une réserve d'eau pour l'irrigation.

L'apport de ces eaux de bonne qualité radiologique devrait assurer si besoin une bonne qualité à l'eau de la MCO comme le montrent les premiers résultats.

Les travaux miniers ayant peu affecté l'environnement (un puits asséché), leur noyage ne devrait pas avoir d'impact. »

Fermeture du siège minier de la Commanderie – Étude hydrogéologique, COGEMA, octobre 1993

Il est à noter que la cote 185 n'a pas été atteinte, du fait de l'utilisation de la MCO comme réserve d'eau pour l'irrigation.

L'aspect « qualité des eaux » est abordé au paragraphe 8.1.3 - Analyse par bassin versant de l'impact réel sur le milieu aquatique.

3 CADRE RÉGLEMENTAIRE

3.1 RÉGLEMENTATION EN VIGUEUR

Les différentes réglementations applicables à l'ensemble des activités minières (exploitation et fermeture des mines, stockage de résidus de traitement) s'organisent en deux grands types de police : les polices sectorielles et les polices transversales.

Les polices, dites « sectorielles » régissent les différentes activités afférentes aux mines telles que les autorisations d'exploitation, les conditions de fermeture d'une mine ou la gestion d'un stockage de résidus de traitement. Elles s'exercent de manière croisée avec les polices dites « transversales » qui correspondent notamment aux réglementations sur l'eau, la santé et les déchets.

3.1.1 Polices sectorielles

Les principales polices sectorielles, s'appliquant aux mines d'uranium et installations associées, sont la police des mines, complétée par un chapitre dédié aux rayonnements ionisants dans le Règlement Général des Industries Extractives, et la police des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

La police des mines :

La police des mines, qui gère les activités d'extraction du minerai, s'applique à l'ensemble des sites miniers, incluant les anciens travaux miniers (mine à ciel ouvert ou travaux miniers souterrains) et les dépôts associés. Elle est établie par le **Code Minier** et complétée par un chapitre dédié aux rayonnements ionisants dans le **Règlement Général des Industries Extractives** (RGIE), qui émet des prescriptions sur la protection du personnel et de l'environnement contre les effets de la radioactivité.

La police des mines concerne principalement l'ouverture et l'exploitation d'une mine, les risques miniers classiques. Elle encadre également les conditions de fermeture des sites.

Ouverture et exploitation d'un site minier :

Les travaux et installations d'extraction de minerais d'uranium relèvent du code Minier. Celui-ci a pour but de permettre l'extraction de substances minérales stratégiques renfermées dans le sous-sol. Une mine se définit comme un gîte reconnu pour contenir une substance concessible, indépendamment de la méthode d'extraction (mines souterraines ou mines à ciel ouvert).

Pour rechercher et exploiter ces substances minérales (dont l'uranium), le code Minier prévoit deux procédures d'autorisation :

- L'obtention d'un titre minier :
 - Permis exclusif de recherches ou permis d'exploitation¹ (à durée limitée)
 - Concession : avant 1977, les concessions étaient à durée illimitée. Après 1977, la durée d'une concession est limitée à cinquante ans, avec possibilité de prolongations successives, chacune d'une durée inférieure ou égale à vingt-cinq ans.

Il est à noter que l'article L.144-5 du code Minier précise que les concessions qui ont été octroyées avant 1977 et dont la durée était illimitée, expireront le 31 décembre 2018.
- L'obtention d'une autorisation préfectorale d'ouverture de travaux, qui en détermine les conditions techniques avant leur entreprise (Art. L.162-1 du code minier).

Les ouvertures des travaux miniers du département des Deux-Sèvres ont été autorisées au titre de la Police des Mines conformément à la législation minière en vigueur au moment de leur mise en chantier :

- Pour la période de 1909 à 1972 : décret du 14 janvier 1909.

Ont été mis en chantier les sites de la Capelle-Largeau, La Dorgissière et la Commanderie.

L'article 6 du décret de police des mines prévoyait qu'avant d'ouvrir une mine, l'exploitant en avertissait l'ingénieur en chef des mines par courrier accompagné de plans et coupes utiles, et d'un mémoire exposant la méthode d'exploitation.
- Pour la période de 1972 à 1980 : décret n°72-645 du 04 juillet 1972.

Ce décret ne concerne aucune mise en chantier dans les Deux-Sèvres.
- Pour la période de 1980 à 1995 : décret n°80-330 du 07 mai 1980.

A été mis en chantier le site de la Roche-Pied-Rôti.

Procédures de fermeture des sites :

Au fil des années, les procédures d'arrêt des travaux définies par le Code Minier se sont précisées. En fonction de la date de fin d'exploitation, il existe trois grands types de procédures.

→ Arrêt de l'exploitation avant mai 1980

Le décret du 14 janvier 1909, puis le décret n°72-645 du 4 juillet 1972, prévoyaient, avant fermeture d'un site, que l'exploitant en informe la Préfecture.

De plus, il est à noter que, comme les travaux d'exploitation et de recherches étaient réalisés dans le cadre d'un permis exclusif de recherches et/ou d'exploitation, la poursuite de ces travaux et par conséquent la prolongation du permis étaient maintenues ou non en fonction de :

¹ Il est à noter que la loi du 15 juillet 1994 modifiant certaines dispositions du code minier stipule que ne seront plus accordés de permis d'exploitation. L'exploitation d'un gisement doit alors être réalisée dans le cadre d'une concession.

- une note justificative de l'Ingénieur des Mines. Cette note prenait en compte notamment les derniers résultats obtenus par l'exploitant, l'économie du marché de l'uranium... Le non-renouvellement du permis impliquait ainsi l'arrêt des travaux miniers. La conformité du réaménagement était contrôlée par une visite sur site de l'Ingénieur des Mines mais ne donnait pas lieu à un courrier de type compte-rendu de visite.
- la demande de renonciation au permis de recherches ou d'exploitation par l'exploitant.

Le code Minier tel qu'il a été modifié en 1970 apporte des précisions notamment sur l'arrêt des travaux. Ainsi, l'Article L.153-8 du code Minier indiquait : « *Après exécution des travaux, l'exploitant est tenu de remettre dans leur état antérieur les terrains de culture, en rétablissant la couche arable, et la voirie.* ».

→ *Arrêt de l'exploitation à partir de mai 1980*

Le **décret n°80-330 du 7 mai 1980**, relatif à la police des mines et des carrières, instaure, dans le cadre de la police des mines, deux procédures d'arrêt des travaux : le délaissement et l'abandon (Titre IV, Chapitre 1er : le délaissement et Titre IV, Chapitre 2 : l'abandon).

La procédure de délaissement correspondait à « *l'abandon volontaire des travaux avant le terme de validité du titre* ». L'exploitant qui voulait délaisser des travaux, en faisait la déclaration auprès du directeur interdépartemental de l'industrie (équivalent de l'actuel DREAL). Aussi longtemps que le titre minier restait en vigueur ou que ses effets juridiques n'étaient pas purgés au terme d'une procédure d'abandon, son titulaire était tenu de maintenir une surveillance sur les travaux délaissés. Dans le cas d'absence de prescription de travaux, le délaissement valait abandon.

La procédure d'abandon concernait les sites miniers dont le titre d'exploitation arrivait à terme. Cette procédure était l'équivalent de l'actuel arrêt des travaux et comprenait notamment les mesures de réaménagement envisagées par l'exploitant. Le préfet fixait par arrêté les travaux à exécuter et le délai d'achèvement. L'abandon effectif était subordonné à la réalisation des travaux prescrits par arrêté préfectoral.

→ *Arrêt de l'exploitation à partir de mai 1995 [Le décret n°95-696 du 9 mai 1995 relatif à l'ouverture des travaux miniers et à la police des mines est abrogé par le décret du 2 juin 2006]*

Le **décret n°95-696 du 9 mai 1995** relatif à l'ouverture des travaux miniers et à la police des mines introduit la procédure actuelle d'arrêt définitif des travaux miniers (Titre VI, Chapitre III). Cette procédure est reprise et décrite dans les articles L.163-1 à L.163-12 du code Minier.

L'exploitant doit alors fournir un dossier dans lequel il présente « *les mesures qu'il envisage de mettre en œuvre pour préserver les intérêts mentionnés à l'article L.161-1 [du code Minier], pour faire cesser de manière générale les désordres et nuisances de toute nature engendrés par ses activités, pour prévenir les risques de survenance de tels désordres, et pour ménager le cas échéant les possibilités de reprise de l'exploitation* ».

Il dresse également « *le bilan des effets des travaux sur la présence, l'accumulation, l'émergence, le volume, l'écoulement et la qualité des eaux de toute nature, évalue les conséquences de l'arrêt des travaux ou de l'exploitation sur la situation ainsi créée et sur les usages de l'eau et indique les mesures envisagées pour y remédier en tant que de besoin* » (Article L.163-5).

Parmi les intérêts mentionnés à l'article L.161-1 du code Minier on trouve notamment :

- la sécurité et la santé du personnel,
- la sécurité et la salubrité publiques,
- les caractéristiques essentielles du milieu environnant, terrestre ou maritime,
- les intérêts énumérés par les dispositions de l'article 1er de la Loi n°76-629 du 10 Juillet 1976 relative à la protection de la nature,
- les intérêts énumérés à l'article L.211-1 du code de l'environnement,
- les intérêts agricoles des sites et des lieux affectés par les travaux et par les installations afférents à l'exploitation.

L'Article 44 du décret n°95-696 du 9 mai 1995, relatif à l'ouverture des travaux miniers et à la police des mines a été abrogé par le décret n°2006-649 du 2 juin 2006. Néanmoins il reste applicable aux demandes d'autorisation et aux déclarations d'ouverture de travaux miniers ainsi qu'aux déclarations d'arrêt de travaux présentées avant la publication du décret n° 2006-649 du 2 juin 2006. Cet article modifié notamment, par le décret 2001-209 du 6 mars 2001 décrit les documents accompagnant la déclaration d'arrêt des travaux miniers :

- plan d'ensemble des travaux d'exploitation avec plans et coupes relatifs à la description du gisement,
- mémoire décrivant les différentes méthodes d'exploitation ;
- exposé des mesures déjà prises et de celles envisagées pour l'application de l'article 91 (ancienne codification du code minier) : préservation des intérêts mentionnés à l'article 79 (ancienne codification du code minier), liste des désordres et nuisances de toute nature engendrés et susceptibles de se manifester du fait de l'activité minière. Il comprendra aussi les travaux à exécuter pour la fermeture des travaux, les ouvrages de traitement des eaux, les dispositifs de surveillance à maintenir ;
- bilan sur les eaux : réseau de surface et nappes avant exploitation, avant arrêt des travaux et étude prospective sur la modification du régime des eaux ;
- détermination des éventuels risques importants (au sens de l'article 93 (ancienne codification du code minier)) subsistant après le donné acte d'arrêt des travaux ;
- liste exhaustive de tous les désordres et nuisances existants ou susceptibles de se manifester dans l'avenir ;
- analyse de chacun de ses désordres afin de déterminer les mesures prises, avec les moyens humains et matériels nécessaires, et la liste des servitudes à mettre en œuvre.

Après instruction du dossier (avis des services techniques de l'État et des municipalités concernées), il est donné acte à l'exploitant de sa déclaration par arrêté préfectoral. Cet acte peut être accompagné, si nécessaire, de conditions ou mesures particulières ; dans ce cas, il s'agit du « premier donné acte ».

Lorsque toutes les conditions et mesures ont été respectées par l'exploitant, un procès verbal de récolement est réalisé par la DRIRE (devenue DREAL), chargée de la police des mines, et le Préfet prend un « deuxième donner acte » constatant la bonne réalisation des mesures. Ces formalités mettent fin à l'exercice de la Police des Mines (article L.163-9 du code Minier).

Toutefois des mesures peuvent encore être prescrites après ce donner acte lorsque des événements imputables aux anciens travaux miniers compromettent les intérêts mentionnés à l'article L161-1 du code Minier et ce tant que le titre minier demeure valide. Le concessionnaire pourra alors demander la renonciation au titre minier. Quand ce dernier n'est plus valide ou a été renoncé, c'est la police municipale de droit commun qui se substitue à la police des mines.

→ *Décret n°2006-649 du 2 juin 2006 relatif aux travaux miniers, aux travaux de stockage souterrain et à la police des mines et stockages souterrains.*

Le décret n°2006-649 du 2 juin 2006 encadre les dispositions relatives :

- aux déclarations et autorisations d'ouverture des travaux miniers et des travaux de stockage souterrain (constitution des dossiers et procédures d'instruction) ;
- à la surveillance administrative et à la police des mines et stockages souterrains (obligations générales des exploitants, rapport annuel d'exploitation,...) ;
- à l'arrêt définitif des travaux et d'utilisation d'installations minières et de stockage.

Ce décret fixe donc le cadre réglementaire actuel, **cependant il ne s'applique pas aux activités minières des Deux-Sèvres, puisque l'ensemble des sites ont été fermés antérieurement. Les réglementations applicables à ces sites sont celles correspondant à leur date de fin d'exploitation.**

→ *Tableau récapitulatif des procédures d'arrêt des travaux applicables en fonction de la date d'arrêt d'exploitation*

Date de fin d'exploitation	Textes réglementaires	Procédures applicables
Avant mai 1980	Décret du 14 janvier 1909 (modifié en 1970 – Art. 71-2) Décret n°72-645 du 4 juillet 1972	Courrier à la préfecture Modification du code minier en 1970 précisant : « Après exécution des travaux, l'exploitant est tenu de remettre dans leur état antérieur les terrains de culture, en rétablissant la couche arable, et la voirie. »
Mai 1980 à mai 1995	Décret n°80-330 du 7 mai 1980	Procédures de délaissement et d'abandon
A partir de mai 1995	Décret n°95-696 du 9 mai 1995	Procédure d'arrêt définitif des travaux miniers
A titre indicatif : A partir de juin 2006	Décret n°2006-649 du 2 juin 2006	Procédure d'arrêt définitif des travaux et d'utilisation d'installations minières et de stockage.

Obligations de l'exploitant après la fermeture des mines :

L'Article L.163-4 du code Minier précise : « *Dans le cas où il n'existe pas de mesures techniques raisonnablement envisageables permettant de prévenir ou faire cesser tout désordre, il incombe à l'explorateur ou à l'exploitant de rechercher si des risques importants susceptibles de mettre en cause la sécurité des biens ou des personnes subsisteront après l'arrêt des travaux. Si de tels risques subsistent, il étudie et présente les mesures, en particulier de surveillance, qu'il estime devoir être poursuivies après la formalité mentionnée au premier alinéa de l'article L.163-9.* ».

La nature des « *risques importants* » évoqués ici est précisée dans l'article L.174-1 du code Minier. Il s'agit uniquement des risques d'affaissement de terrain ou d'accumulation de gaz dangereux. Si de tels risques existent, l'exploitant doit alors mettre en place les équipements nécessaires à leur surveillance et à leur prévention et les exploiter.

Le RGIE : Règlement Général des Industries Extractives :

Outre le code Minier, il existe également un Règlement Général des Industries Extractives (décret n°80-331 du 7 Mai 1980 complété par le décret n°90- 222 du 9 Mars 1990) qui complète la police des mines par un chapitre dédié aux rayonnements ionisants, qui émet des prescriptions sur la protection du personnel et de l'environnement contre les effets de la radioactivité.

Les réglementations édictées au niveau national sont ensuite appliquées à l'échelle locale par l'intermédiaire d'arrêtés préfectoraux, prescrivant la surveillance radiologique des sites miniers réaménagés des Deux-Sèvres. Ces arrêtés préfectoraux peuvent varier en fonction de la nature du site concerné (site avec ou sans résidus de traitement). Cependant, ils possèdent de nombreux points communs, notamment concernant les mesures prescrites en matière de contrôle des rejets et de surveillance de l'environnement.

Comme indiqué au paragraphe précédent, les arrêtés préfectoraux s'appliquant actuellement aux sites de la Haute-Loire suivent les prescriptions du décret n°90-222 qui constitue la seconde partie, relative à la protection de l'environnement, du titre Rayonnements ionisants du RGIE.

En ce qui concerne les produits solides, de manière très générale, le décret n°90-222 précité dispose que « *Les dépôts de minerais et de déchets ayant une teneur en uranium supérieure à 0,03%, de minerais lixiviés, de résidus des opérations de traitement, de produits provenant des bassins de réception des eaux ou de leur voisinage, doivent être établis conformément à un plan de gestion de ces produits qui précise les dispositions prises pour limiter, pendant la période de l'exploitation et **après son arrêt définitif**, les transferts de radionucléides vers la population. Un dépôt doit faire l'objet d'une surveillance par l'exploitant jusqu'à ce qu'il soit constaté que son impact radiologique sur l'environnement est acceptable.* »

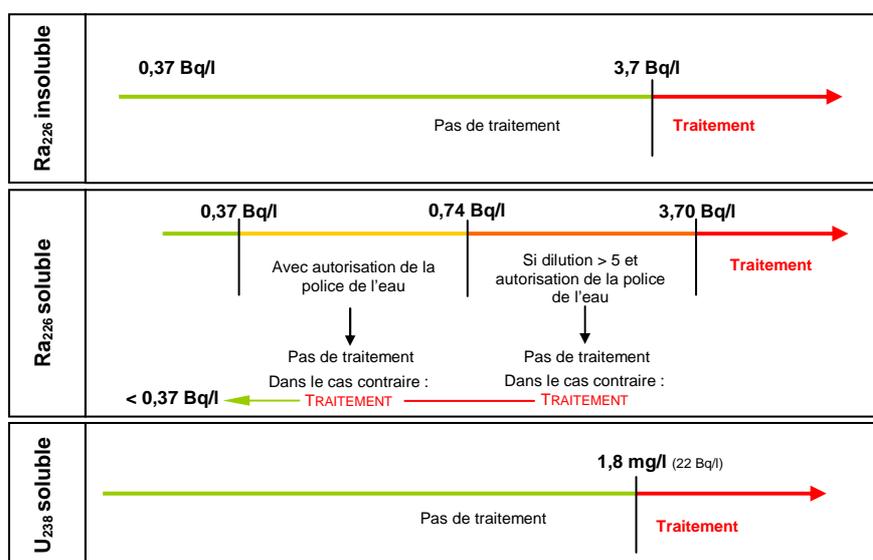
Concernant les produits liquides, le décret n° 90-2 22 précité, dispose que « *toutes les eaux de l'exploitation, y compris les eaux de ruissellement, doivent être captées en vue d'une surveillance et d'un traitement éventuel* ».

Les limites de rejets sont fixées par arrêtés préfectoraux, conformément aux limites fixées par le décret n°90-222, soit en concentrations moyennes annuelles :

- 3,7 Bq/l pour le radium 226 insoluble,
- 1,8 mg/l (soit 1 800 µg/l ou 22 Bq/l) pour l'uranium 238 soluble,
- pour le radium 226 soluble :
 - 0,37 Bq/l si l'eau doit être traitée, c'est-à-dire si l'eau brute a une concentration en radium 226 soluble supérieure à 0,74 Bq/l,
 - 0,74 Bq/l si la dilution du rejet par le cours d'eau récepteur est inférieure à 5,
 - 3,7 Bq/l si la dilution du rejet par le cours d'eau récepteur est supérieure à 5.

En général, les arrêtés préfectoraux renaient la valeur de 0,74 Bq/l quelque soit le rapport de dilution.

Le schéma suivant synthétise ces autorisations de rejets dans l'environnement :



La police des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) :

La police des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement est codifiée aux articles L.511-1 à L.517-2 du code de l'environnement.

Au sens de ces dispositions, sont considérées comme ICPE « *les usines, ateliers, dépôts, chantiers et, d'une manière générale, les installations exploitées ou détenues par toute personne physique ou morale, publique ou privée, qui peuvent présenter des dangers ou des inconvénients soit pour la commodité du voisinage, soit pour la santé, la sécurité, la salubrité publiques, soit pour l'agriculture, soit pour la protection de la nature et de l'environnement, soit pour la conservation des sites et des monuments ainsi que des éléments du patrimoine archéologique* » (art. L.511-1 C. env.).

Sont soumises à autorisation préfectorale, les installations qui présentent de graves dangers ou inconvénients pour les intérêts précédemment énumérés (art. L.512-1 C. env.) ; sont soumises à déclaration, les installations, ne présentant pas de graves dangers ou inconvénients pour ces mêmes intérêts, mais qui doivent néanmoins respecter les prescriptions générales édictées par le préfet en vue d'en assurer la protection dans le département (art. L.512-8 C. env.).

La législation des ICPE définit une classification (nomenclature) des installations concernées par rubriques. Celles qui sont consacrées aux installations contenant des matières radioactives ont été réorganisées en 2006 et sont présentées dans le tableau suivant :

N°	A - Nomenclature des installations classées			B - Taxe générale sur les activités polluantes	
	Désignation de la rubrique	A, D, S C (1)	Rayon (2)	Capacité de l'activité	Coef.
1700	Substances radioactives (définitions et règles de classement des) Définitions : Les termes « substance radioactive », « activité », « radioactivité », « radionucléide », « source radioactive non scellée » et « source radioactive scellée » sont définis dans l'annexe 13-7 de la première partie du code de la santé publique. Règles de classement : 1° Les opérations visées à la rubrique 1715 font l'objet d'un classement au titre de la présente nomenclature dès lors qu'elles sont mises en œuvre dans un établissement industriel ou commercial, dont une installation au moins est soumise à autorisation au titre d'une autre rubrique de la nomenclature. 2° A chaque radionucléide est associé un « seuil d'exemption » (en Bq), défini en application de l'article L. 1333-4 du code de la santé publique à l'annexe 13-8 de la première partie de ce code. Pour les besoins des présentes règles de classement, la valeur de 1 000 Bq est utilisée pour les radionucléides non mentionnés par les dispositions précédentes. 3° Pour une installation dans laquelle un ou plusieurs radionucléides sont utilisés, le rapport Q (sans dimension) est calculé d'après la formule : $Q = \sum (A_i / A_{exi})$ dans laquelle : A _i représente l'activité totale (en Bq) du radionucléide i A _{exi} représente le seuil d'exemption en activité du radionucléide i				
1715	Substances radioactives (préparation, fabrication, transformation, conditionnement, utilisation, dépôt, entreposage ou stockage de) sous forme de sources radioactives, scellées ou non scellées à l'exclusion des installations mentionnées à la rubrique 1735, des installations nucléaires de base mentionnées à l'article 28 de la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire et des installations nucléaires de base secrètes telles que définies par l'article 6 du décret n° 2001-592 du 5 juillet 2001. 1. La valeur de Q est égale ou supérieure à 10 ⁴ 2. La valeur de Q est égale ou supérieure à 1 et strictement inférieure à 10 ⁴	A D	1	1. Le rapport Q tel que défini au 3°) de la rubrique 1700 de la nomenclature étant : a) supérieur ou égal à 10 ⁵ b) supérieur ou égal à 10 ⁴	3 1
1735	Substances radioactives (dépôt, entreposage ou stockage de) sous forme de résidus solides de minéral d'uranium, de thorium ou de radium, ainsi que leurs produits de traitement ne contenant pas d'uranium enrichi en isotope 235 et dont la quantité totale est supérieure à 1 tonne	A	2	La quantité étant supérieure ou égale à 1 tonne	5

(1) A : Autorisation, D : Déclaration, S : Servitude d'utilité publique, C : soumis au contrôle périodique prévu par l'article L. 512-11 du code de l'environnement

(2) Rayon d'affichage exprimé en kilomètres

Version 18 - Janvier 2010

Les stockages de résidus de minerai d'uranium relèvent ainsi de la législation des ICPE sous la rubrique 1735. Il convient cependant de souligner que ce rattachement étant récent, l'ensemble des stockages de résidus ont à l'origine été créés, selon la pratique en usage dans d'autres secteurs miniers, comme des dépendances des mines. Ils n'ont donc pas fait l'objet d'une autorisation selon les règles applicables aux ICPE, mais d'une création par acte administratif au titre du code Minier.

Il est à noter que le régime d'ICPE n'emporte pas de dispositions spécifiques applicables à la fermeture d'installations de stockage.

Remarque :

Sur le département des Deux-Sèvres, il n'y a aucune Installation Classée pour la Protection de l'Environnement de type stockage de résidus de traitement du minerai d'uranium.

Il est à noter que des résidus de lixiviation statique sont stockés sur le site de la Commanderie (cf. paragraphe 6.4). Ce stockage (fiche ANDRA PAY 2) est considéré comme une dépendance légale de la mine et fait l'objet d'une surveillance réglementaire.

3.1.2 Polices transversales

Les prescriptions tirées des polices sectorielles applicables aux différents sites (code minier et ICPE) sont, dans la pratique, croisées avec l'application de polices dites transversales, visant des intérêts tels que la gestion des déchets ou la protection de l'eau.

La protection de l'eau :

L'article L.211-1 du Code de l'environnement vise à mettre en place une gestion équilibrée des eaux ayant pour but d'assurer notamment :

- la préservation des écosystèmes aquatiques, des sites et des zones humides,
- la protection des eaux et la lutte contre toute pollution,
- la restauration de la qualité des eaux et leur régénération,
- le développement et la protection de la ressource en eau,

et de satisfaire ou concilier les exigences :

- de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et de l'alimentation en eau potable de la population,
- de la vie biologique du milieu récepteur, et notamment de la faune piscicole,
- de la conservation et du libre écoulement des eaux et de la protection contre les inondations,
- de toute activité humaine légalement exercée (pêche, sports nautiques, production d'énergie...).

La protection sanitaire :

Les textes fondamentaux en matière de radioprotection sont les articles L.1333-1 à 20 et R.1333-1 et suivants du code de la santé publique. Ces dispositions sont issues de la transposition des Directives Euratom 96/29 et 97/43, introduit en droit français les principes de justification, d'optimisation et de limitation des doses reçues par les personnes du fait de l'utilisation des rayonnements ionisants.

L'article R.1333-8 du code de la santé publique instaure également la limite annuelle de 1 mSv par an pour la dose ajoutée reçue par une personne du public du fait des « *activités nucléaires* ». Ces « *activités nucléaires* » sont définies comme étant « *les activités comportant un risque d'exposition des personnes aux rayonnements ionisants émanant soit d'une source artificielle, qu'il s'agisse de substances ou de dispositifs, soit d'une source naturelle lorsque les radionucléides naturels sont traités ou l'ont été en raison de leurs propriétés radioactives, fissiles ou fertiles, ainsi que les interventions destinées à prévenir ou réduire un risque radiologique consécutif à un accident ou à une contamination de l'environnement* ».

Les activités d'extraction et de traitement des minerais d'uranium rentrent donc parfaitement dans ce cadre.

La gestion des déchets radioactifs :

L'article L.542-1-1 du code de l'environnement définit les déchets radioactifs comme « des substances radioactives pour lesquelles aucune utilisation ultérieure n'est prévue ou envisagée ».

Au terme de cette évolution réglementaire, le statut des matières présentes en dépôts sur les sites des anciennes mines d'uranium apparaît en partie clarifié. Les résidus de traitement du minerai des stockages sont clairement des déchets radioactifs, dont la gestion est encadrée par la réglementation des ICPE et le Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs.

3.1.3 Tableau de synthèse des polices applicables aux sites miniers

Le tableau suivant présente les principales polices applicables aux sites miniers (mines à ciel ouvert : MCO, travaux miniers souterrains : TMS, et stockage de résidus de traitement du minerai d'uranium)

Installations concernées	MCO – TMS	Stockages de résidus de traitement du minerai (à titre indicatif : usines de traitement du minerai)	MCO – TMS Stockage
Polices sectorielles	Police des Mines	Police des ICPE	RGIE
Domaines d'application	Titres miniers Ouverture et exploitation des mines Procédures d'arrêt des travaux	Classement des installations soumises à autorisation ou à déclaration Conditions d'ouverture et de remise en état d'une ICPE	Rayonnements Ionisants : Protection du personnel et de l'environnement
Polices transversales	<i>Protection de l'eau et de la nature, gestion des déchets</i>		
	<i>Radioprotection</i>		

3.2 PLAN D' ACTIONS DE L'ÉTAT

3.2.1 Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs (PNGMDR)

L'article L.542-1-2 du code de l'environnement définit les objectifs du Plan National de Gestion des Matières et des Déchets Radioactifs (PNGMDR) [9] :

- Dresser le bilan des modes de gestion existants des matières et déchets radioactifs,
- Recenser les besoins prévisibles d'installations d'entreposage ou de stockage, et préciser les capacités nécessaires ainsi que les durées d'entreposage,
- Déterminer les objectifs à atteindre pour les déchets radioactifs qui ne font pas encore l'objet d'un mode de gestion définitif.

Le plan organise en particulier les recherches et études à mener sur la gestion des déchets radioactifs, et fixe les échéances pour la mise en œuvre de nouveaux modes de gestion et pour la création ou la modification d'installations.

La gestion à long terme des stockages de résidus miniers du traitement d'uranium est prévue dans le PNGMDR.

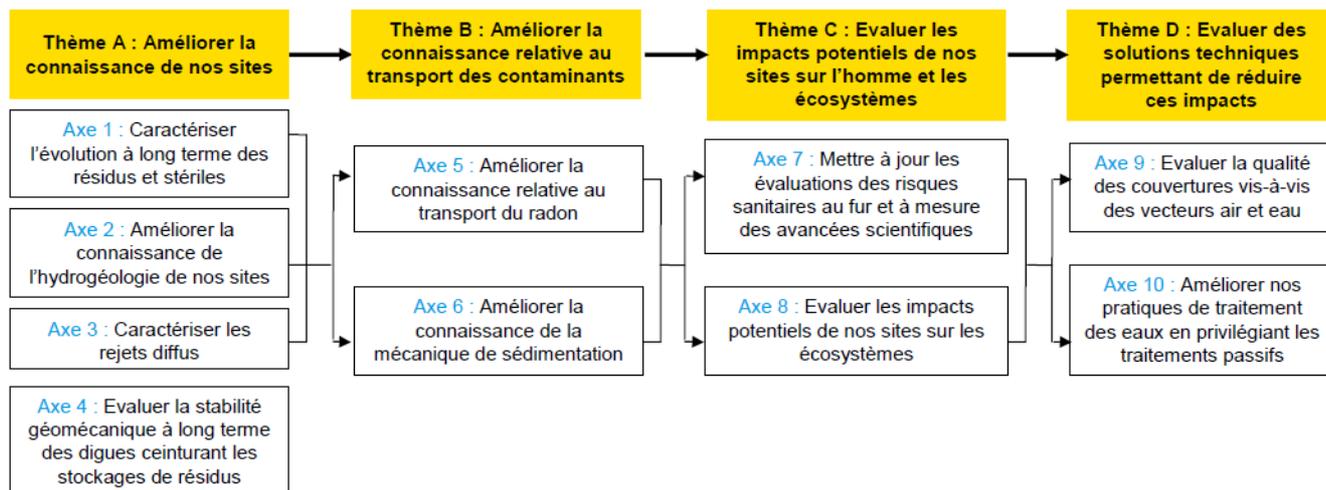
La loi prévoit ainsi, dans son article 4, un programme de recherche et d'études dont les objectifs inclus « un bilan en 2008 de l'impact à long terme des sites de stockage de résidus miniers d'uranium et la mise en œuvre d'un plan de surveillance radiologique renforcée de ces sites ».

AREVA a présenté en janvier 2009, en application de cet article, un dossier comportant trois études, portant respectivement sur :

- l'impact dosimétrique à long terme sur la santé et sur l'environnement des stockages de résidus miniers d'uranium,
- l'évaluation de la tenue des digues de rétention des stockages de résidus,
- la caractérisation géochimique des résidus de traitement du minerai d'uranium et de leur évolution à long terme.

L'évaluation des impacts à long terme des sites est basée sur une étude d'impact dosimétrique qui constitue la première application de la méthodologie préconisée par la doctrine DPPR de 1999.

Le programme de recherche AREVA 2010 – 2012 réalisé dans le cadre du PNGMDR est schématisé dans la figure ci-après.



3.2.2 MIMAUSA [10]

Désirant acquérir une vision complète des activités minières uranifères sur le territoire français, le MEDDE a confié à l'IRSN, une mission de collecte et de synthèse de l'information sur la localisation, la situation administrative, le contexte environnemental, l'historique d'exploitation, l'état de réaménagement et les éventuels dispositifs de surveillance radiologique de chacun des sites minières uranifères.

Le Programme MIMAUSA (Mémoire et Impact des Mines d'urAniUm : Synthèse et Archives) a été lancé en 2003 et s'articule autour de deux volets :

- Un volet « bilan des connaissances », destiné à rassembler les données existantes pour chacun des sites ; il se traduit aujourd'hui par l'*Inventaire national des sites minières d'uranium et la base de données nationale des sites minières d'uranium*.
- Un volet « études spécifiques » destiné à compléter la connaissance par des investigations de terrain sur certains sites identifiés par le comité de pilotage à l'issue du volet précédent.

Un premier rapport d'inventaire, sous forme d'éléments de contexte et de fiches synthétiques par sites, a été publié en 2004. Une deuxième version, enrichie de 30 sites et d'informations complémentaires, a été publiée en 2007. Cette publication a été suivie début 2009 par la mise en ligne, sur le site internet de l'IRSN, d'une section consacrée aux anciens sites minières d'uranium proposant notamment un accès aux informations de l'inventaire MIMAUSA sous la forme d'une carte interactive donnant accès à une base de données.

Les informations collectées dans le cadre de MIMAUSA sont des informations descriptives sur la situation technique et administrative des sites qui n'apportent pas d'appréciation sur leur niveau de sécurité ou leurs impacts potentiels sur l'environnement.

3.2.3 Circulaire du 22 juillet 2009 sur la gestion des anciennes mines d'uranium

AREVA NC s'est engagé, par courrier du 12 juin 2009, à mettre en place un plan d'actions sur la gestion des anciennes mines d'uranium en France. La Circulaire du 22 juillet 2009, cosignée entre le MEEDDM et l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN), et relative à la gestion des anciennes mines d'uranium, vise à donner un cadre coordonné à la mise en œuvre de ce plan d'actions.

Dans le prolongement des actions déjà réalisées dans certaines régions, la circulaire présente un plan d'action comportant quatre axes principaux :

- **AXE 1 : le contrôle des anciens sites minières** : « *Vérification des dispositions visant, selon les cas à interdire ou limiter l'accès à certains sites et à limiter leur impact sanitaire et environnemental* » (accessibilité des sites (clôtures), réutilisation des stériles, modalités de surveillance de l'environnement, état général des sites, modalités de confinement,...) ;

- **AXE 2 : l'amélioration de la connaissance de l'impact environnemental et sanitaire des anciennes mines d'uranium et la surveillance** : Réalisation d'un « *état des lieux environnemental de tous les sites dont [la société AREVA NC] est titulaire d'une autorisation administrative ou d'un acte de propriété* » avec une attention particulière pour les stockages de résidus de traitement et pour les sites n'ayant pas été exploités directement par AREVA NC mais dont elle a hérité de leur gestion ;
- **AXE 3 : la gestion des stériles, visant à mieux connaître leurs utilisations et à réduire leurs impacts si nécessaire** : « *Recensement des lieux de réutilisation des stériles [...] dans le cadre d'une démarche concertée associant les CLIS, ainsi que la population et les élus locaux* ». Vérification de la compatibilité d'usages des sols au plan environnemental et sanitaire, avec mise en place d'actions de remédiation si nécessaire (études au cas par cas).
- **AXE 4 : le renforcement de l'information et de la concertation** : Mise en place de panneaux d'affichage signalant la présence de sites miniers, création de Commissions Locales d'Information et de Surveillance (CLIS), réalisation de « porter-à-connaissance » du suivi radiologique des sites.

NB : Seuls les stockages de résidus de traitement du minerai et les sites faisant l'objet d'une surveillance par voie d'arrêté préfectoral sont à ce jour équipés de panneaux d'information.

Le bilan environnemental des Deux-Sèvres, prescrit à AREVA NC par arrêté préfectoral n°4973 du 17 mai 2010 (Annexe 6), s'inscrit parfaitement dans le cadre de l'axe 2 de cette circulaire.

4 EXPLOITATION MINIÈRE ET TRAITEMENT DES MINERAIS

4.1 LES MÉTHODES D'EXPLOITATION

La partie des filons la plus proche de la surface a été généralement exploitée par mine à ciel ouvert. La limite, en profondeur, entre exploitation à ciel ouvert et exploitation souterraine a généralement été une limite économique. Dans d'autres cas, ce sont occasionnellement des conditions particulières qui ont conduit à extraire en souterrain ce qui, sur les seuls critères économiques, aurait pu être exploité à ciel ouvert.

4.1.1 Les travaux de reconnaissance

Les travaux de reconnaissance étaient réalisés afin d'estimer la faisabilité d'une exploitation future par des travaux de plus grande ampleur. Ils peuvent être regroupés en deux catégories :

- les sondages et tranchées, consistant principalement à étudier les indices mis en évidence par la prospection de surface et le cas échéant à en extraire les minéralisations.
- les travaux de reconnaissance par petits chantiers, consistant soit à creuser un puits de faible profondeur (10 à 15 m), accompagné, ou non, d'une galerie de longueur inférieure à une vingtaine de mètres, soit à creuser un travers-banc à flanc de coteau (galerie horizontale pouvant atteindre une centaine de mètres de longueur).

Aucun site des Deux-Sèvres n'a fait l'objet de seuls travaux de reconnaissance par petit chantier.

4.1.2 Exploitation souterraine

L'infrastructure d'accès aux mines souterraines du département des Deux-Sèvres était constituée :

- soit d'un puits vertical (sites de La Chapelle-Largeau, La Dorgissière et la Commanderie) et de niveaux de galeries horizontales tous les 10 à 20 mètres,
- soit d'une ou plusieurs entrées à flanc de coteau correspondant à des travers-bancs, ou des plans inclinés (site de la Commanderie).

L'aération des travaux souterrains était assurée par des montages (souvent équipés de ventilateurs pour accélérer la circulation d'air frais) qui reliaient le réseau souterrain et la surface.

Un siège minier était constitué en général d'un carreau minier sur lequel étaient implantés les bureaux, ateliers, stations de traitement des eaux et bassins de décantation, aires de stockage des minerais...

Le tableau suivant présente les différentes méthodes d'exploitation en souterrain utilisées sur le département des Deux-Sèvres :

Sites miniers	Périodes d'exploitation	Méthodes d'exploitation
La Chapelle-Largeau	1953 – 1970	Creusement d'un puits accompagné d'un réseau de galeries sur 5 niveaux. Différentes méthodes de dépilages utilisées suivant les périodes : <ul style="list-style-type: none"> • Méthode par chambres magasin (1957). • Méthode des chambres vides et sous niveaux (1960). • Tranches montantes remblayées (1966). Traitement des eaux naturellement chargées en uranium (ECU). Essai de lixiviation in situ de produits abattus, au fond, par injection d'eau acidifiée (1967 - 1970)
La Dorgissière	1959 – 1967	Creusement d'un puits accompagné d'un réseau de galeries sur 2 niveaux. Différentes méthodes de dépilages utilisées : <ul style="list-style-type: none"> • Méthode « chambres vides ». • Méthode « chambres charpentées » et remblayée au cours de l'exploitation. • Par tranches montantes remblayées boisées. Essai de lixiviation in situ de produits abattus au niveau (N-40)
La Commanderie	1955 – 1990	Creusement d'un puits d'extraction, d'un travers-banc et de 2 plans inclinés, accompagnés d'un réseau de galeries sur 12 niveaux. Différentes méthodes de dépilages utilisées : <ul style="list-style-type: none"> • Méthode des chambres vides et sous niveaux. • Par tranches montantes charpentées remblayées. • Par tranches montantes descendantes « stot par stot ». • Par tranches montantes remblayées hydrauliquement. • Par tranches descendantes sous dalle béton. • Méthode « burc » ou plan incliné minéral. • Par tranches montantes remblayées en grave ciment et stériles. • Par tranches descendantes remblayées en grave ciment. Essai de lixiviation in situ de produits abattus

4.1.3 Exploitation à ciel ouvert

La grande diversité des gisements rencontrés sur le secteur a conduit à des projets de fosses de taille variable, depuis la tranchée de quelques centaines de tonnes, jusqu'à la mine à ciel ouvert de plusieurs milliers de tonnes brutes.

Sur les sites les plus importants et les plus récents, les zones minéralisées étaient délimitées par des mesures de la radioactivité dans les trous de tir d'abattage. Après le tir, un contrôle radiométrique était fait au chargement des camions, suivi d'un contrôle en sortie de fosse par portique équipé d'un scintillomètre pour un tri des minerais selon leurs teneurs. Pour les sites les plus anciens, les zones minéralisées étaient délimitées par mesures de la radioactivité à même la paroi et en sortie de mine.

Cette méthode d'exploitation à ciel ouvert générait un ratio tonnes de minerai / tonnes brutes important, de l'ordre de 1/10 (1/1 pour les travaux souterrains).

Le tableau suivant présente les sites ayant fait l'objet d'une exploitation à ciel ouvert et les tonnages bruts associés (minerai + stériles) :

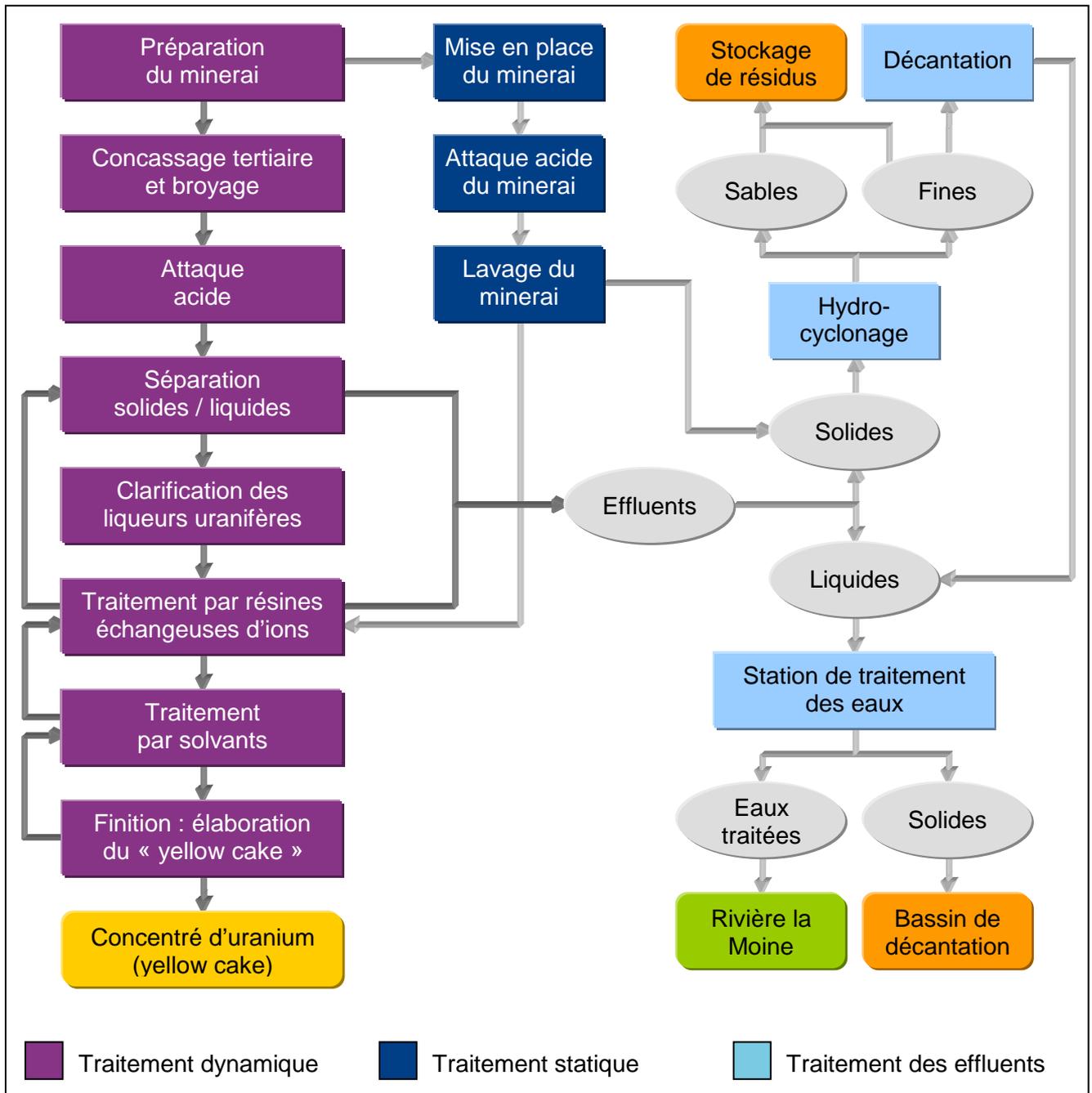
Site minier	Période d'exploitation	Nom du chantier	Tonnage brut extrait
La Roche-Pied-Rôti	1982 – 1983	La Roche-Pied-Rôti	155 000 t
La Chapelle-Largeau	1960 - 1961	La Chapelle-Largeau	181 000 t
La Dorgissière	1962 - 1975	La Dorgissière Nord	1 180 796 t
	1981 - 1982	La Dorgissière Sud	266 717 t
La Commanderie	1964 – 1977	La Commanderie	6 418 958 t

4.2 LE TRAITEMENT DU MINERAI

L'usine de l'Écarpière (départements 44 – 49) a accueilli les minerais provenant du secteur de la Mallièvre.

Elle fonctionné de 1956 à 1991. Deux types de traitement ont été mis en place : un traitement de type dynamique (chimique) et un traitement statique (lixiviation en tas).

Le schéma suivant synthétise les différentes étapes des procédés de traitements des minerais. Ces procédés sont décrits en détail dans les paragraphes suivants.



4.2.1 Le traitement dynamique

Le traitement dynamique du minerai se déroulait selon plusieurs étapes, détaillées ci-après.

La préparation du minerai

La préparation du minerai consistait à une première réduction de la taille des blocs de minerais.

Les minerais étaient dans un premier temps réduits à 350 mm dans un gros concasseur primaire à mâchoires, puis dans un second temps à 70 mm dans deux concasseurs secondaires à mâchoires en parallèle. Ils entraient ensuite dans un silo comprenant quatre « poches » de 500 tonnes, puis étaient repris au bas du silo au moyen d'un extracteur à soc.

Le concassage tertiaire et le broyage

Le concassage tertiaire et le broyage du minerai avaient pour but de préparer mécaniquement le minerai aux traitements chimiques.

Les minerais étaient réduits à moins de 25 mm environ par un concasseur giratoire. Ils traversaient ensuite deux lignes parallèles de broyage humide. Chaque ligne était constituée d'un broyeur à barres (réduction de 25 à 2 mm) suivi de deux broyeurs à boulets en parallèle (réduction à 450 µm).

L'attaque par l'acide sulfurique

L'attaque acide avait pour objectif de solubiliser l'uranium.

Elle était réalisée dans deux lignes parallèles et indépendantes, chacune constituée de dix cuves en série. Cette attaque était effectuée à chaud, à une température de 60°C, par injection directe de vapeur vive. Le potentiel d'oxydoréduction était maintenu constant par addition de chlorate de sodium en solution. Cette oxydation était nécessaire pour porter l'uranium à la valence 6.

La séparation solide/liquide

La séparation solide/liquide, ou lavage, était réalisée différemment suivant les fractions granulométriques. Après attaque, les minerais étaient partagés en deux fractions par des classificateurs à râteaux :

- la fraction supérieure à 0,15 mm appelée « sables ». Ces sables étaient lavés en trois étages de classificateurs à râteaux, à contre-courant avec des eaux acides (pH 1,5).
- et la fraction inférieure à 0,15 mm appelée « fines ». Après neutralisation partielle par addition de calcaire finement broyé, ces fines étaient, lavées dans six décanteurs épaississeurs à contre-courant avec des eaux acides (pH 1,5)

La pulpe des minerais épuisés était floculée avant d'être distribuée sur un filtre. Puis, le gâteau était lavé à pH 1,5. Après débâtissage, il était repulpé avec des eaux résiduelles et il rejoignait les sables neutralisés après leur lavage en classificateurs à râteaux.

La clarification des liqueurs uranifères

Les liqueurs uranifères issues du lavage étaient ensuite clarifiées sur filtres clarificateurs à anthracite. Leur teneur moyenne en uranium est voisine de 500 mg/l d'uranium.

Les diverses eaux uranifères en provenance de la lixiviation en tas des minerais à faible teneur étaient introduites dans l'usine au niveau des décanteurs de lavage.

Le traitement par résines échangeuses d'ions

L'uranium étant solubilisé sous forme de sulfate d'uranyle et le résidu solide étant séparé, il s'agissait alors de concentrer et de purifier les solutions. La première étape utilisée était des résines échangeuses d'ions en lit fixe (résines anioniques faiblement basiques). Seize colonnes de résines étaient réparties en quatre lignes parallèles de quatre colonnes fonctionnant par roulement (trois colonnes en fixation, une colonne en élution). La colonne placée en tête de fixation, une fois saturée, subissait l'élution.

Le traitement par solvant

Une seconde étape de concentration et de purification utilisant un solvant a été mise en place en 1976. Ce solvant était constitué d'une amine tertiaire (alamine 336-0,1 M) diluée dans du kérosène et contenant environ 3 % d'alcool tri-décylrique. La technique utilisée est celle de mélangeurs-décanteurs à contre-courant, équipés d'agitateurs-pompes.

Remarque : Le double traitement par résines et solvant permet d'obtenir des solutions d'uranium très pures, d'une teneur voisine de 20 grammes d'uranium par litre.

La finition : l'élaboration du concentré ou "yellow cake"

En phase finale, l'uranium était précipité à chaud sous la forme de diuranate d'ammonium, par addition d'ammoniaque. L'uranate était ensuite épaissi et lavé dans un décanteur puis sur filtre à tambour rotatif. Il était ensuite séché dans un séchoir atomiseur.

Remarque : Le rendement global de l'usine (U sortant/U rentrant) est compris entre 95 et 97 %.

4.2.2 Le traitement statique ou lixiviation

La lixiviation in situ

Le principe de la lixiviation statique est né de l'observation de la solubilisation, en conditions naturelles, de l'uranium, en particulier en milieu plutôt acide et oxydant (exemple : terrains pyriteux).

En 1966, une collecte des Eaux Chargées en Uranium (ECU.) fut aménagée sur le site de la Chapelle Largeau et, en surface, une station de traitement par précipitation de l'uranium en uranate de chaux fut mise en place. Ce procédé permettait d'extraire l'uranium des parties du gisement non exploitable via des techniques d'extraction minière classiques.

Des essais de dislocation de terrains sont réalisés sur le site de la Dorgissière afin d'augmenter le champ de lixiviation.

En 1969, sur le site de la Chapelle Largeau, une méthode mixte est mise au point. Elle consiste à exploiter les zones de minerai à forte teneur suivant les techniques minières classiques, de façon à pouvoir fragmenter les zones le plus pauvres, puis de procéder à la lixiviation in situ.

Cette technique est abandonnée en 1977, au bénéfice de la lixiviation en tas, plus aisée à réaliser, et plus adaptée aux exploitations par mines à ciel ouvert alors privilégiées.

La lixiviation en tas

A partir 1967, sur le site de l'Écarpière (44/49), des essais de lixiviation de minerais pauvres sur deux aires étanches expérimentales en surfaces furent réalisés, et s'avèrent fructueux.

En 1969, une station de lixiviation fut mise en place sur le site de la Commanderie. Le procédé consistait à extraire l'uranium contenu dans le minerai, concassé à 80 mm et placé sur une aire étanche, par solubilisation grâce à un mélange d'eau et d'acide sulfurique.

Le cycle de traitement se décompose en quatre phases :

- La mise en place du minerai : le minerai était mis en place sur une aire étanche, légèrement inclinée avec un chargeur sur pneus, en une seule couche de 3 à 4 m de hauteur, en évitant tout compactage par roulage. Le dispositif d'arrosage était ensuite installé ;
- L'attaque du minerai : une liqueur d'attaque à l'acide sulfurique, était envoyée au-dessus du minerai par le réseau d'arrosage. Cette solution était recyclée systématiquement. Son acidité libre baissait peu à peu jusqu'à 10 g/l et, parallèlement, son titre en uranium s'élevait ;
- Le lavage du minerai : le lavage était ensuite opéré avec des liqueurs de pH encore inférieur à celles utilisées la phase d'attaque (à pH 1,2). Le soutirage était simultané. Les liqueurs, une fois le processus de lavage achevé, étaient envoyées à l'usine de traitement dynamique pour subir le traitement par résines échangeuses d'ions, le traitement par solvants, et la phase de finition, selon les procédés décrits au paragraphe 4.2.1 - Le traitement dynamique,
- L'évacuation des résidus de traitement : les résidus sont évacués par camion et mis en verse sur le site.

Des essais de lixiviation en tas ont été menés sur le site de la Dorgissière. Cependant, ils se sont avérés non satisfaisant, du fait de la nature argileuse des minerais extraits.

5 PRÉSENTATION DES SITES MINIERS

5.1 GÉNÉRALITÉS

Les activités minières uranifère du département des Deux-Sèvres comprennent 4 sites d'exploitation d'importance inégale, le plus petit étant le site de la Roche-Pied-Rôti, et le plus important la Commanderie, qui a fait l'objet d'une exploitation mixte par travaux miniers souterrains et mine à ciel ouvert.

Afin d'établir ce bilan de fonctionnement des sites miniers des Deux-Sèvres, le système de documents établi pour l'ensemble des bilans départementaux a été repris. Ont été définis préalablement aux travaux :

La notion de chantier :

On dénomme chantier, toute zone géographique restreinte sur laquelle se sont déroulés des travaux miniers. Exemple : des travaux souterrains liés au même puits d'accès ou une mine à ciel ouvert dont l'exploitation s'est poursuivie en travaux souterrains ...

La notion de site minier :

Un site minier est un chantier ou un ensemble de chantiers dont la proximité géographique, l'exploitation conjointe, la couverture réglementaire, l'unité de production ou l'histoire en font une entité cohérente et indépendante. Les sites, arrêtés après 1980, ont fait l'objet d'un dossier de déclaration d'arrêt des travaux (ou de délaissement, ou d'abandon) séparé, au titre de la Police des Mines.

Le détail de la production (minerai et pseudo minerai, stériles) est présenté sur la Figure 3. .

Pour chaque site, une fiche synthétique a été établie. Ces fiches permettent une lecture rapide :

- de la nature des travaux engagés et de la période d'exploitation,
- du contexte géographique, géologique, démographique, environnemental,
- de la situation administrative au regard de la réglementation locale depuis l'origine des travaux,
- du plan d'occupation des sols, des contraintes ou des engagements pris vis-à-vis des parties prenantes,
- des travaux de réaménagement ou de mise en sécurité,
- de la situation hydrologique et hydrogéologique (en faisant référence aux études qui s'y rapportent)
- des incidents connus survenus sur le site pendant ou après l'exploitation.

L'ensemble de ces fiches de sites constitue l'annexe 1. Elles ont été numérotées de 118 à 121.

A chaque fiche de site sont rattachées des fiches de chantier. Ces dernières contiennent des informations plus techniques relatives à l'exploitation du chantier et des informations relatives à l'état actuel des sites.

Des planches photographiques, prises au cours des visites effectuées au cours du printemps 2012 sont également présentées en annexe 2.

L'emplacement des sites miniers et des concessions en cours de validité est figuré sur le plan n°1. Des zooms cartographiques replaçant les sites dans leur environnement proche sont présentés en annexe 3. Ces cartes ont été réalisées sur fonds IGN géoréférencés à partir de cartes détaillées d'exploitation et de fonds topographiques précis.

Une deuxième série de plans, présentés sur fonds cadastraux en annexe 4, font apparaître :

- l'emprise des terrains occupés par l'exploitation (stériles miniers, plates-formes, carreaux, verses, pistes ...),
- l'emprise des mines à ciel ouvert et leur mode de remblayage (partiel avec parements résiduels, total, en eau),
- une représentation schématique du réseau de galeries dans leur plus grande extension,
- les ouvrages de liaison fond jour (puits, montages, descenderies),
- les périmètres et clôtures de sécurité.

5.2 SITUATIONS RÉGLEMENTAIRES DES SITES ET INSTALLATIONS ARRÊTÉES

5.2.1 Titres miniers

Les sites miniers des Deux-Sèvres ont été exploités sur différents permis de recherche ou d'exploitation, comme montré dans le tableau ci-après.

Site minier	Période(s) d'exploitation	Dernier titre minier auquel à appartenu le site à la fin de son exploitation
La Roche-Pied-Rôti	1982 – 1983	Concession de Mallièvre
La Chapelle-Largeau	1953 – 1970	Concession de Mallièvre
La Dorgissière	1959 – 1983	Concession de Mallièvre
La Commanderie	1955 – 1990	Concession de Mallièvre

L'échéance de la concession de la Mallièvre a été fixée au 31 décembre 2018.

Une seconde concession était présente récemment dans le département deux-sévrien. La concession d'Evrunes, située sur les départements des Deux-Sèvres, de Maine-et-Loire et de Vendée, est arrivée à échéance le 14 mai 2012. Aucun site n'a été exploité dans le département des Deux-Sèvres dans cette concession.

5.2.2 Situation administrative relative à la fermeture des sites

Sur les 4 sites miniers uranifères figurant dans ce bilan environnemental, 1 site a fait l'objet d'un dossier de délaissement, 2 d'une procédure d'abandon, et 1 d'un arrêt définitif des travaux.

Le tableau suivant récapitule la situation administrative relative à la fermeture de l'ensemble des sites miniers des Deux-Sèvres.

Site minier	Procédures	Actes administratifs	Surveillance réglementaire
La Roche-Pied-Rôti	Délaissement	Lettre de la Direction Interdépartemental de l'Industrie Aquitaine et Poitou-Charentes du 02/08/1983	NON
La Chapelle-Largeau	Abandon	Lettre DRIRE du 15/12/1972	OUI
La Dorgissière	Arrêt définitif des travaux	Arrêté préfectoral du 22/03/2000	NON <i>Courrier DRIRE du 08/01/2004</i>
La Commanderie	Abandon	Arrêté préfectoral du 16/08/1994	OUI • <i>Arrêté préfectoral du 04/07/1994</i> • <i>Courrier DRIRE du 05/10/1995</i> • <i>Courrier DRIRE du 27/05/2009</i>

5.3 SITES MINIERS ET BASSINS VERSANTS

L'emprise des sites miniers d'une part, la localisation des points d'exutoire (naturels ou forcés) d'autre part, permettent d'envisager le regroupement des sites miniers par bassins versants, en fonction des milieux récepteurs impactés, ainsi que le précise le dernier alinéa de l'article 2 de l'arrêté préfectoral n°10-4973 du 17 mai 2010 prescrivant le présent bilan environnemental.

Ces impacts potentiels ou identifiés sur le milieu aquatique peuvent avoir de multiples origines :

- **Eaux de surverse gravitaire** après noyage de mines à ciel ouvert ou des travaux miniers souterrains. Leurs points d'exutoire peuvent être créés par :
 - la surverse du plan d'eau constituée par une mine à ciel ouvert isolée, ou le pompage de cette dernière (La Roche-Pied-Rôti, la Dorgissière et la Commanderie).
 - une émergence au niveau d'un ouvrage de liaison fond-jour de type puits, entrée de descenderie ou de travers-banc situé au point bas topographique du site (la Chapelle Largeau)

- **Eaux de ruissellement avec un point de rejet identifié** : ces eaux peuvent éventuellement s'infiltrer dans les remblais stériles et réapparaître sous forme de sources de pied de verses. Leur débit est intermittent (La Chapelle Largeau).
- **Eaux de ruissellement ou écoulements souterrains avec points de rejets non identifiés** : leur impact est jugé potentiel.

Il faut également noter la présence de plans d'eau, hydrauliquement reliés à ces milieux récepteurs, qu'ils soient privés et de petites tailles, ou destinés comme réserve naturelle et de plus grande importance.

L'influence des sites miniers sur le réseau hydrographique local et les plans d'eau qui leur sont associés, est présentée sur la Figure 2 et peut être résumée dans le tableau suivant :

Sites	Type d'écoulement	Plans d'eau en aval des sites	Cours d'eau secondaires		Cours d'eau principaux
La Roche-Pied-Rôti	Identifié	Plans d'eau au hameau de la Guérivière	→		Ruisseau de l'Ouin
	Pompage	-	-		
La Chapelle Largeau	Identifié	Plans d'eau au bourg de la Chapelle Largeau	→	Ruisseau de l'Aumônerie	Rivière la Sèvre Nantaise
	Identifié				
La Dorgissière	Potentiel	Plans d'eau au hameau de la Dorgissière	→		Rivière la Sèvre Nantaise
	Pompage	-	-		
La Commanderie	Potentiel	Plan d'eau au lieu-dit la Boulaie	Ruisseau de la Commanderie		Rivière la Sèvre Nantaise
	Potentiel		→	Ruisseau de la Commanderie	
	Pompage	-	-		

5.4 PRÉSENTATION DES SITES

Afin d'améliorer les connaissances et d'effectuer un état des lieux, une visite des sites accompagnée d'une campagne de prélèvements (eau et sédiments) a été organisée durant le printemps 2012.

Pour des informations plus détaillées, il convient de se reporter aux fiches de sites et de chantiers en Annexe 1.

Les sites sont présentés de l'amont des cours d'eau principaux vers l'aval.

5.4.1 Bassin versant de la Sèvre Nantaise

- *Site de la Dorgissière (Fiche 120, Annexes 2.3, 3, 4.3 et 5.3)*

Le site de la Dorgissière est situé à 4,3 km de Saint-Amand-sur-Sèvre. Le paysage environnant est de type bocager, traversé par la rivière la Sèvre Nantaise.

Le site a fait l'objet :

- De travaux miniers souterrains de 1959 à 1967, avec le creusement d'un puits et de deux montages, accompagnés d'un réseau de galeries sur 2 niveaux ;
- D'une mine à ciel ouvert, dite Dorgissière Nord, avec dans un premier temps, en 1962, un ripage sur 10 m, puis, entre 1975 à 1983, le creusement de la MCO jusqu'à 43 m de fond,
- D'une seconde mine à ciel ouvert, dite Dorgissière Sud, en 1982, d'une profondeur maximale de 24 m.

Les travaux de réaménagement ont été réalisés :

- Pour les travaux miniers souterrains :

En fin d'exploitation, les ouvrages débouchant au jour (puits et montages) ont été obturés par une dalle en béton armé. En 1990, la dalle béton du puits a été enlevée. L'ouvrage a été intégralement comblé par des stériles miniers et condamné en tête par un bouchon de grave ciment de 10 m de hauteur.

Au niveau N-40, seule une tranche de 2,50 m de hauteur a été abattue et la chambre a été autoremblayée par foudroyage. La plupart des chantiers situés au niveau N-80 ont été exploités par chambre charpentée et remblayée au cours de l'exploitation ;

- Pour la MCO Dorgissière Nord :

La mine est transformée en plan d'eau et sert de réserve d'eau pour l'irrigation agricole. Le parement Nord a été renforcé par la pose de barres de fer plat. En 1996, un talutage du parement Est de la mine à ciel ouvert est réalisé sur 140 m après dépose de la clôture et défrichage de la zone des travaux.

- Pour la MCO Dorgissière Sud :

La MCO a été intégralement remblayée en fin d'exploitation et correspond aujourd'hui à un champ.

Des travaux ont été réalisés en 1991 et 1992, afin d'assainir l'ancien carreau minier. La verse a été remodelée. Une couche de terre végétale a été mise en place sur l'ancien carreau et les coteaux de la verse.

Un ruisseau prend sa source à 250 m à l'Ouest du site et alimente deux étangs. Il se jette dans le ruisseau de l'Aumônerie, affluent de la Sèvre Nantaise.

Des mesures au SPP γ et au radiamètre ont été effectuées au cours des visites d'état des lieux en 2012. Le bruit de fond est de l'ordre de 110 à 130 chocs/s, et 0,14 à 0,16 μ Sv/h. Les valeurs mesurées sur le site sont présentées dans le tableau suivant.

Secteurs	Valeurs radiométriques (mesurées en chocs/seconde SPP γ)	Débit d'équivalent de dose gamma (mesurées en μ Sv/h)
Ancien carreau de la mine	190 – 430	0,22 - 0,47
Autour de la MCO Nord	120 – 450 (ponctuellement 700)	0,16 – 0,48 (ponctuellement 0,75)
Emprise de la MCO Sud	250 – 620	0,28 - 0,72
Valeurs ponctuelles (autour du hameau de la Dorgisière)	180 – 450	0,22 - 0,48
Verse à stériles	300 – 560	0,35 - 0,59

- *Site de la Commanderie (Fiche 121, Annexes 2.4, 3, 4.4 et 5.2)*

Situé sur les communes de Mauléon (79) et Treize-Vents (85), le site de la Commanderie est localisé à 1 km au Sud-Ouest du Temple, dans un paysage de bocages.

Les travaux miniers souterrains ont été réalisés de 1955 à 1990, avec le creusement d'un puits principal, un travers-banc, deux plans inclinés, quatorze montages et quatre puits Robbins. Ces ouvrages étaient accompagnés d'un réseau de galeries sur 12 niveaux, de N-50 à N-510.

Une mine à ciel ouvert, d'une profondeur maximale de 88 m, a également été exploitée de 1964 à 1977.

Les ouvrages de liaison fond-jour ont fait l'objet d'une mise en sécurité suivant le type d'ouvrage et leur localisation (cf. paragraphe 7.2).

Suite à une étude de stabilité réalisée par un expert (M. Tincelin), trois périmètres de sécurité ont été déterminés : zone Nord, zone centrale et zone Sud.

La partie Sud de la mine à ciel ouvert de la Commanderie a partiellement été remblayée avec :

- Les produits issus de l'assainissement :
 - Des anciens bassins,
 - De l'ancienne aire bétonnée de stockage du minerai,
 - Des aires de lixiviation,
- Des résidus de lixiviation statique avec ajout de calcaire.

L'ensemble de ces produits a fait l'objet d'un recouvrement par un lit de calcaire d'une dizaine de centimètres d'épaisseur et puis par une couche de 0,7 à 1 m de stériles miniers.

La partie Nord de la mine à ciel ouvert a été comblée par des stériles miniers.

Le plan d'eau est aujourd'hui utilisé comme réserve d'eau pour l'irrigation.

Le ruisseau de la Commanderie, qui prend sa source au NE du village de la Commanderie, a été détourné et alimente la mine à ciel ouvert.

Le ruisseau de la Fillée, qui prend sa source à l'Ouest du village de la Fillée, s'écoule à 500 m au NW de la MCO et se jette dans la rivière Sèvre Nantaise.

Des mesures au SPP γ et au radiamètre ont été effectuées au cours des visites d'état des lieux en 2012. Le bruit de fond est de l'ordre de 100 à 120 chocs/s, et 0,12 à 0,15 μ Sv/h. Les valeurs mesurées sur le site sont présentées dans le tableau suivant.

Secteurs	Valeurs radiométriques (mesurées en chocs/seconde SPP γ)	Débit d'équivalent de dose gamma (mesurées en μ Sv/h)
Autour de la mine à ciel ouvert	120 – 450	0,21 - 0,52
Ancienne aire de lixiviation	300 – 600 (ponctuellement 1100)	0,42 - 0,65 (ponctuellement 1,12)
Verse à stériles	250 – 760	0,32 - 0,75
Reste du site (sur les pistes autour du site etc.)	150 – 350	0,19 - 0,42

5.4.2 Bassin versant de l'Ouin

- *Site de la Roche Pied Rôti (Fiche 119, Annexes 2.1, 3, 4.1 et 5.2)*

Situé à flanc de coteau, le site de la Roche Pied Rôti est situé à 1,1 km de la Chapelle Largeau, dans la commune de Mauléon. Le paysage environnant est de type bocager, où alternent bois et champs.

Le site a fait l'objet d'une exploitation par mine à ciel ouvert d'une profondeur maximale de 27 m.

La mine à ciel ouvert a été conservée comme réserve d'eau utilisée pour l'irrigation de terrains agricoles. Une station de pompage est installée à l'extrémité Sud de la mine à ciel ouvert.

La verse à stériles a permis de rehausser une zone marécageuse sur lesquels fut étalée la terre végétale provenant du décapage de la découverte. Les terrains de surface ont trouvé leur vocation agricole d'origine.

Un ruisseau prend sa source au niveau de quatre plans d'eau situés au Nord du bourg du Temple. Il s'écoule à 100 m à l'Est du site, puis se jette ensuite dans un affluent de l'Ouin.

Des mesures au SPP γ et au radiamètre ont été effectuées au cours des visites d'état des lieux en 2012. Le bruit de fond est de l'ordre de 90 à 100 chocs/s, et 0,15 μ Sv/h. Les valeurs mesurées sur le site sont présentées dans le tableau suivant.

Secteurs	Valeurs radiométriques (mesurées en chocs/seconde SPP γ)	Débit d'équivalent de dose gamma (mesurées en μ Sv/h)
Autour de la mine à ciel ouvert	100 – 200	0,18- 0,28
Verse à stériles	100 – 220	0,15 - 0,31
Reste du site (autour des pavillons)	90 – 200	0,15 - 0,28

- Site de la Chapelle Largeau (Fiche 120, Annexes 2.2, 3, 4.2 et 5.2)

L'exploitation du site de la Chapelle Largeau, appelé également Mine de Bel-Air, a démarré en 1953. Le site était alors situé à quelques centaines de mètres du bourg de la Chapelle Largeau.

Le bourg s'étant étendu, le site est aujourd'hui localisé dans une zone résidentielle.

L'exploitation a été réalisée :

- De 1953 à 1970 par travaux miniers souterrains, avec le creusement d'un puits et 6 montages, accompagnés d'un réseau de galeries sur 5 niveaux, de N-40 à N-210 ;
- En 1960 et 1961 par mine à ciel ouvert, d'une profondeur maximale de 17 m.

Les ouvrages de liaison fond-jour ont fait l'objet d'une mise en sécurité suivant le type d'ouvrage et leur localisation (cf. paragraphe 7.2). Certains ont fait l'objet de reprise suite à des tassements des matériaux de remblayage.

L'emplacement du carreau des anciens travaux miniers souterrains a été réaménagé. Il a été débroussaillé. Une signalétique a été mise en place par la mairie et AREVA.

La mine à ciel ouvert a été intégralement remblayée. Elle a été utilisée comme décharge de déchets ménagers de la ville de Mauléon, déchets comprenant entre autres des déchets d'équipements électriques et électroniques, avant mise en place d'une couverture.

Sur son emplacement, un terrain de foot et un terrain de basket ont été réalisés. Des tassements des matériaux de remblayage ont été constatés au niveau de ces terrains sportifs.

Un ruisseau prend sa source à l'étang de la Roche Authé. Il alimente deux plans d'eau, situés à 200 m à l'Est du site. Il se jette ensuite dans l'Ouin.

Des mesures au SPPy et au radiamètre ont été effectuées au cours des visites d'état des lieux en 2012. Le bruit de fond est de l'ordre de 90 à 110 chocs/s (0,14 μ Sv/h). Les valeurs mesurées sur le site sont présentées dans le tableau suivant.

Secteurs	Valeurs radiométriques (mesurées en chocs/seconde SPPy)	Débit d'équivalent de dose gamma (mesurées en μ Sv/h)
Mine à ciel ouvert (terrain de football)	90 - 350	0,14 - 0,38
Zone en bordure du stade de football, 10 m à l'Ouest du calvaire, sur environ 50 m ²	250 – 600 (ponctuellement 1650)	0,24 - 0,62 (ponctuellement 1,76)
Place du Prieuré	150 - 300	0,18 - 0,32
Verse à stériles	500 – 1 800	0,38 - 1,85
Autour de l'ancien carreau	200 – 950	0,23 - 0,98

6 RÉSIDUS ET DÉCHETS D'EXPLOITATION

Les résidus et déchets d'exploitation issus des anciens sites miniers uranifères sont :

- les stériles miniers,
- les résidus de traitement du minerai d'uranium,
- les produits de démantèlement (ferrailles, gravats et terres provenant du démantèlement des usines de traitements).

6.1 LES STÉRILES MINIERS

6.1.1 Généralités – Teneur en uranium

Suivant la position du gisement et ses caractéristiques géométriques, le minerai a été extrait par mines à ciel ouvert ou par travaux souterrains.

Dans tous les cas, la réalisation d'accès au minerai a conduit à l'extraction d'une première catégorie de produits : ce sont les stériles francs. Il s'agit exclusivement de la roche encaissante du gisement qui fait partie du contexte géologique régional : les granites uranifères du Batholite de Mortagne ont des teneurs comprises entre 7 et 20 ppm (7 à 20 g/t). L'essentiel de l'uranium est porté par des oxydes et des phosphates.

Dans la pratique, en auréole du minerai ou à l'intérieur même du gisement, il est fréquent de trouver des roches ayant une teneur supérieure à celle des stériles francs, mais inférieure à une teneur de coupure définie selon les critères économiques du moment. Le tri radiométrique avait pour objet de les extraire séparément, pour éviter de « salir » le minerai. Elles constituent les stériles de sélectivité, dont la définition est avant tout économique et fonction du gisement et de sa situation géographique. Elle a donc évolué dans le temps et dans l'espace.

En règle générale, dans le secteur de la Mallièvre, cette teneur de coupure était fixée à 300 ppm pour les travaux miniers souterrains. L'ensemble de ces stériles (« francs » et dit « de sélectivité ») ont été mis en verses à proximité des lieux d'extraction.

Afin d'estimer la teneur moyenne, minimum et maximum en uranium des stériles stockés sur les sites, un échantillonnage régulier a été réalisé de 1984 à 1996 sur les zones d'emprunt dans le cadre de la cession de stériles dans le domaine public (cf. paragraphe 6.1.3).

Les résultats figurent sur le tableau suivant :

PROVENANCE	Période de cession	Radiométrie moyenne (en c/s SPP2)	TENEUR (ppm)		
			Min	Max	Moy
COMMANDERIE (79 / 85)	1984 - 1996	482	5	150	71
DORGISSIÈRE (79)	1989	585	-	-	-
POITOU-LA-GABRIELLE (85)	1986 - 1987	484	37	93	69
BEAUREPAIRE (85)	-	-	60	60	60

- Les valeurs radiométriques (chocs par seconde) résultent de contrôles réalisés au SPP2 sur les zones d'emprunt à fréquence mensuelle pendant toute la période de cession de stériles,
- Les teneurs résultent d'analyses réalisées sur les stériles au moins une fois par an pendant toute la durée de cession de stériles.

Il apparaît ainsi que les stériles miniers échantillonnés présentent des concentrations en général inférieures à 150 ppm. Les moyennes, selon les sites s'établissent entre 24 et 71 ppm. La moyenne générale est de 50 ppm.

6.1.2 Réaménagement des verses à stériles

Les stériles représentent entre 60 % et 95 % du volume total extrait, en fonction de la taille de la découverte initiale et du type d'exploitation (MCO et TMS). Ainsi, il est possible d'estimer la quantité de stériles extraits dans le département des Deux-Sèvres à environ 7 500 000 tonnes.

Il s'agit majoritairement de stériles extraits par mine à ciel ouvert (rapport minerai/stériles = 1/10), et dans une moindre mesure par travaux souterrains (rapport m/s = 1/1), avec respectivement 86 % et 14 % du volume extrait.

Une partie d'entre eux a servi, lors du réaménagement, au comblement des ouvrages de liaisons fond-jour et des mines à ciel ouvert.

Une autre partie de ces stériles ont fait l'objet de cessions, comme décrit dans le paragraphe 6.1.3.

Sites miniers	Remblayage		Sites actuellement concernés par une verse à stériles	Verse à stériles ayant fait l'objet d'une cession
	MCO	TMS		
La Roche Pied Rôti	NON	NC	NON	✓
La Chapelle Largeau	✓	✓	✓	✓
La Dorgissière	✓	✓	✓	✓
La Commanderie	✓	✓	✓	✓

De cette manière, sur les 4 sites présentés dans le présent bilan, 3 sites sont aujourd'hui concernés par la présence d'une verse à stériles : la Chapelle Largeau, la Dorgissière et la Commanderie

Le tableau suivant met en évidence la nature du réaménagement effectué pour chacune des trois verses, et les mesures radiométriques réalisées au SPPy au cours des visites de terrain de 2012.

Sites miniers	Aspect actuel de la (des) verse(s)	Réaménagements	Radiométrie en chocs/s SPPy	Estimation du débit de dose en nGy/h	Remarques
La Chapelle Largeau	Verse	<ul style="list-style-type: none"> •Verse remodelée •Réaménagement complémentaire en cours 	500 – 1 800	0,38 à 1,85	Clôturée
La Dorgissière	Verse	<ul style="list-style-type: none"> •Verse remodelée Mise en place de terre végétale •A fait l'objet pour partie d'une cession 	300 – 560	0,35 à 0,59	Clôturée
La Commanderie	Verse	<ul style="list-style-type: none"> •Verse remodelée •A fait l'objet pour partie d'une cession 	250 – 760	0,32 à 0,75	Clôturée

6.1.3 Réutilisation particulière des stériles

Des cessions de stériles de mines ont été réalisées, soit en petites quantités dans le cadre d'une politique de bon voisinage, soit en quantités plus importantes dans le cadre de contrats de vente aux entreprises locales de carrière et travaux publics, lorsque ces matériaux étaient commercialisés par ces entreprises.

L'exploitation des stériles de mines par ces entrepreneurs locaux a fait l'objet de conventions de cessions avec COGEMA qui subordonnaient leur application à l'obtention par les intervenants des autorisations administratives nécessaires et précisait les restrictions d'usage de ces stériles.

En mai 1984, l'Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire (IPSN) confirmait que le Service Central de Protection contre les Rayonnements Ionisants (SCPRI) autorisait l'utilisation de ces stériles, et conseillait de mettre en place une procédure de cession.

Cette procédure a été, dès lors, mise en place avec établissement d'une fiche de renseignement indiquant :

- ⇒ Le lieu de stockage (nom du site minier),
- ⇒ Le nom et l'adresse du carrier,
- ⇒ La teneur moyenne estimée en uranium du produit,
- ⇒ La quantité approximative du matériau vendu (en quantité totale ou en quantité annuelle),

- ⇒ L'usage prévu (parking, route, remblai ...),
- ⇒ Le lieu d'utilisation (commune et si possible repérage des routes).

Il était en outre précisé que ces stériles ne pouvaient être utilisés pour la construction d'habitations, entrepôts et bureaux, ni à leurs soubassements en tant que matériaux comme en tant qu'agrégats constitutifs. Ces fiches ont été envoyées, tel que préconisé par la procédure, au SCPRI.

Une synthèse des cessions de stériles apparaît sur un tableau récapitulatif sur la Figure 4.

Les dernières cessions de stériles ont eu lieu sur le site de la Commanderie en 1996.

6.2 LES RÉSIDUS DE TRAITEMENT

Les minerais, en fonction de leur teneur, ont été traités selon deux modes :

- Traitement par lixiviation statique pour des minerais à faible teneur (150 à 600 ppm d'uranium),
- Traitement par lixiviation dynamique pour les minerais à teneur plus élevée (réalisé à l'usine du site de l'Écarpière - départements 44 et 49).

Les filières de traitement de ces deux catégories de minerai conduisent donc à des résidus de traitement de caractéristiques différentes.

6.2.1 Les résidus de traitement statique

6.2.1.1 Généralités et activités

Les résidus de traitement statique correspondent au minerai (brut ou concassé à 80 mm) résiduel après extraction de l'uranium (rendement 76 à 83 %) par lixiviation en stalles ou en tas, par arrosage avec une solution d'acide sulfurique (dosée de 10 à 300 g.l⁻¹). Les liqueurs uranifères, chargées à quelques centaines de mg.l⁻¹ étaient recueillies et dirigées vers l'usine de traitement de l'Écarpière.

Seul un site des Deux-Sèvres a accueilli des installations de lixiviation statique en tas sur aire étanche : le site de la Commanderie.

Les minerais du site de la Chapelle Largeau ont partiellement été traités par lixiviation in situ.

Les procédés sont décrits au paragraphe 4.2.2.

Le tableau suivant synthétise les traitements statiques qui ont été réalisés dans le département des Deux-Sèvres :

Site	Lixiviation in situ	Lixiviation en tas
la Chapelle Largeau	Oui	Non
La Dorgissière	Essais	Essais
La Commanderie	Non	Oui

L'activité massique résiduelle demeure de l'ordre de 70 à 85 % de l'activité massique du minerai original en raison de la présence de l'uranium non extrait et de tous ses descendants qui n'ont pas été lixiviés. Elle reste donc faible (60 ppm d'uranium).

6.2.1.2 Gestion des résidus de traitement statique

Les résidus de la lixiviation statique réalisée sur le site de la Commanderie ont été transportés en fond de fosse. Ils représentent 250 000 tonnes, et ont une activité totale de 1 TBq Ra226.

Leur positionnement dans la MCO est décrit au paragraphe 6.4 qui récapitule l'ensemble des produits stockés sur le site de la Commanderie.

6.2.2 Le remblayage hydraulique des chantiers avec des sables cyclonés issus du traitement dynamique

L'exploitation des travaux miniers souterrains par tranches montantes remblayées a nécessité l'apport de matériaux. Le remblayage de différentes tranches a été réalisé avec des sables cyclonés acheminés de manière hydraulique par un réseau de tuyauterie depuis des stations de remblayage situées en surface.

Les sables cyclonés correspondent à la fraction sableuse (granulométrie variant entre 150 et 500 µm) obtenue par cyclonage des résidus de traitement du minerai.

Ces sables provenaient sur site de l'Écarpière.

Les sites ayant fait l'objet d'un remblayage de leurs dépilages avec des sables cyclonés figurent dans le tableau suivant :

Site	Période de remblayage	Tonnes sèches de sables
La Commanderie	1966-1990	500 000
La Chapelle Largeau	1966-1970	55 000
La Dorgissière	1966-1967	15 000
TOTAL		570 000

L'activité massique en radium 226 pour la fraction grossière (150 à 500 µm) des résidus de lixiviation statique et dynamique est de l'ordre de 8 500 à 9 000 Bq par kilogramme.

6.3 LES PRODUITS DE DÉMANTÈLEMENT

Les installations de surface des mines des Deux-Sèvres ont été démantelées. Le matériel (rails, tuyauteries, câbles, coffrets électriques, pompes, etc.) a été enlevé et envoyé sur les autres sièges de la division de Vendée.

Les produits de démantèlement de la Commanderie ont été transportés en fond de fosse :

- Les bétons issus du démantèlement de l'ancienne aire bétonnée de stockage des minerais,
- Les produits issus de l'assainissement :
 - de l'aire de stockage des minerais,
 - des anciennes aires de lixiviation.

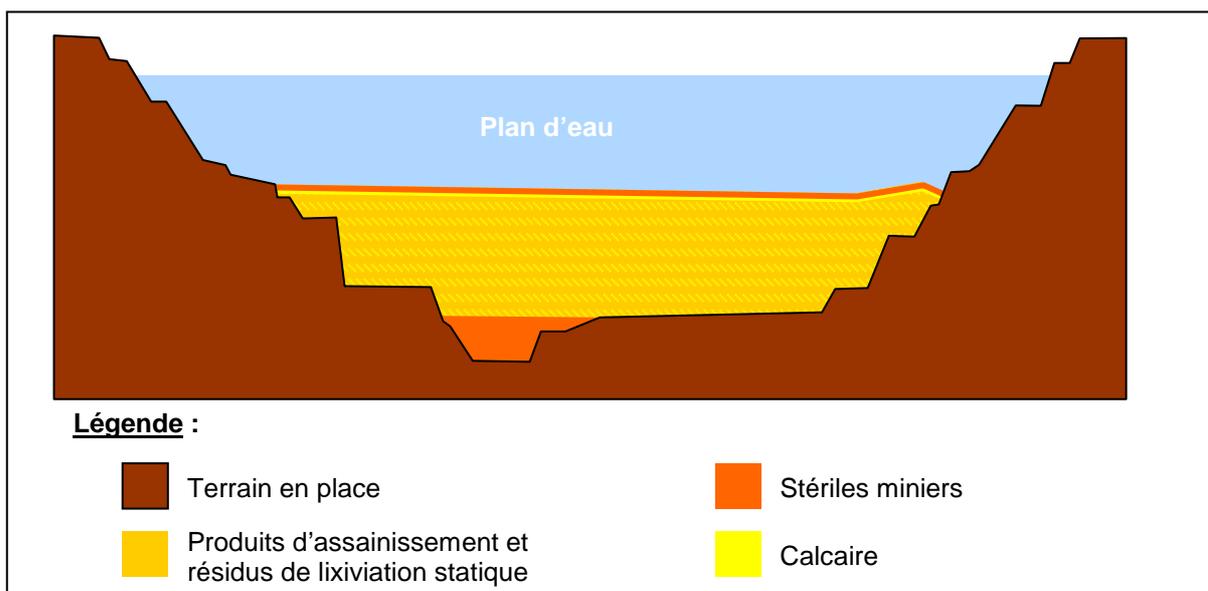
Ces produits représentent 283 400 tonnes de produits issus du démantèlement et de l'assainissement du site de la Commanderie.

6.4 DESCRIPTION DU STOCKAGE DE LA COMMANDERIE

La partie Sud de la mine à ciel ouvert de la Commanderie a été partiellement remblayée avec :

- Les produits issus de l'assainissement :
 - Des anciens bassins,
 - De l'ancienne aire bétonnée de stockage du minerai,
 - Des aires de lixiviation,
- Des résidus de lixiviation statique (250 000 tonnes) avec ajout de calcaire (4 800 tonnes).

L'ensemble de ces produits a fait l'objet d'un recouvrement par un lit de calcaire d'une dizaine de centimètres d'épaisseur (2 200 tonnes) et puis par une couche de 0,7 à 1 m de stériles miniers (31 500 tonnes).



La partie Nord de la mine à ciel ouvert a été comblée par des stériles miniers (37 300 tonnes).

Le tableau suivant récapitule l'ensemble des produits contenus dans la MCO.

Zone concernée		Produits stockés	Tonnage	Paragraphe		
Partie Sud	Fond de fosse	Stériles miniers		65 000 t	6.1	
		Produits issus de l'assainissement	Anciens bassins		31 000 t	6.3
			Aire de stockage des minerais (terres et bétons)		33 400 t	6.3
			Aires de lixiviation		93 000 t	6.2.1.2
			Zones de stockage de minerais à faible teneur		20 000 t	6.3
		Stock de sables cyclonés de remblayage		17 000 t	6.2.2	
		Résidus de traitement statique		250 000 t	6.2.1.2	
	Calcaire ajouté aux résidus de traitement statique		4 800	/		
	Couverture	Calcaire		2 200 t	/	
		Stériles miniers		31 500 t	6.1	
Partie Nord		Stériles miniers	37 300 t	6.1		

Les couleurs dans la colonne tonnages correspondent à celle du schéma précédent

Ce stockage (fiche ANDRA PAY 2), considéré comme une dépendance légale de la mine, fait l'objet d'une surveillance réglementaire (cf. paragraphe 8.1.3).

La partie non remblayée est aujourd'hui en eau. Une autorisation a été donnée en 1993 par la DRIRE pour une utilisation comme réserve d'eau pour l'irrigation.

6.5 LES DÉCHETS PROVENANT D'AUTRES INSTALLATIONS

Des déchets, ne provenant pas de l'exploitation de mines uranifères, ont été stockés sur le site de la Chapelle Largeau :

- Le chantier minier exploité en tranche montante remblayée a été remblayé avec des produits provenant de l'exploitation de la mine d'or de la Bellière à Saint-Pierre-Monlismart (79), la quantité est évaluée au maximum à 50 000 tonnes ;
- La mine à ciel ouvert a été intégralement remblayée. Elle a été utilisée comme décharge de déchets ménagers de la ville de Mauléon, déchets comprenant entre autres des déchets d'équipements électriques et électroniques, avant mise en place d'une couverture.

7 ÉVALUATION DES IMPACTS EN TERME DE SÉCURITÉ PUBLIQUE

7.1 INTRODUCTION

L'abandon d'un site minier passe nécessairement par la mise en sécurité de l'ensemble des ouvrages miniers. Cette mise en sécurité, destinée prioritairement à assurer la sécurité du public et de l'environnement est prévue par le Code Minier, complété et modifié en particulier par :

- le décret n° 95-696 du 9 mai 1995 relatif à l'ouverture des travaux miniers qui, dans son article 44, précise que le document accompagnant la déclaration d'arrêt des travaux et installations devait comporter « *un document relatif aux incidences prévisibles des travaux effectués sur la tenue des terrains de surface* » ;
- le décret n° 2001-209 du 6 mars 2001, modifiant le décret n° 95-696 et en particulier l'article 44 du Code Minier, qui impose « *la réalisation d'une étude ayant pour objet de déterminer si des risques importants [...] subsisteront après le donner acte mentionné au neuvième alinéa de l'article 91 du Code Minier* » ;

Il est à noter que le décret n° 95-696 du 9 mai 1995 a été abrogé par décret n° 2006-649 du 2 juin 2006 relatif aux travaux miniers, aux travaux de stockage souterrain et à la police des mines et des stockages souterrains. Cependant, cet arrêté de 2006 stipule que le décret de 1995 « *demeure toutefois applicable aux demandes d'autorisation et aux déclarations d'ouverture de travaux miniers ainsi qu'aux déclarations d'arrêt de travaux présentées avant la publication du [...] décret [de 2006]* ».

- le décret n° 2006-649 du 2 juin 2006 relatif aux travaux miniers, aux travaux de stockage souterrain et à la police des mines et des stockages souterrains impose que :

La déclaration d'arrêt des travaux prévue par l'article 91 du code minier [...] adressée au préfet par l'exploitant, [...] soit] accompagnée des documents et informations suivants selon la nature des travaux :

1° Des plans géoréférencés des travaux et installations faisant l'objet de la procédure d'arrêt, à des échelles adaptées, et de la surface correspondante ainsi que, notamment, s'il y a persistance de risques mentionnés au troisième alinéa de l'article 91 du code minier, les plans, coupes et documents relatifs à la description du gisement [...] et des travaux réalisés ; [...]

4° Pour les mines, une étude ayant pour objet de déterminer si des risques importants, notamment ceux mentionnés à l'article 93 du code minier, subsisteront après la décision mentionnée au neuvième alinéa de l'article 91 du code minier, mettant fin à l'exercice de la police des mines dans les conditions prévues à l'alinéa suivant ; cette étude doit préciser la nature et l'ampleur des risques, les secteurs géographiques affectés ainsi que les raisons techniques et financières pour lesquelles ces risques ne peuvent être supprimés ;

5° Pour les mines, dans le cas où l'étude mentionnée au 4° ci-dessus a révélé la persistance de tels risques, l'indication des mesures de surveillance ou de prévention mentionnées au troisième alinéa de l'article 91 et au premier alinéa de l'article 93 du code minier, accompagnée d'un document descriptif et estimatif des moyens humains et matériels correspondants ainsi que, s'il y a lieu, de la liste des servitudes nécessaires à leur mise en œuvre ; [...];

- la loi n° 99-245 du 30 mars 1999 relative à la responsabilité en matière de dommages consécutifs à l'exploitation minière et à la prévention des risques miniers après la fin de l'exploitation qui, dans la reprise de l'article 93 du Code Minier, dispose que « lorsque des risques importants d'affaissement de terrains [...] ont été identifiés lors de l'arrêt des travaux, l'exploitant met en place les équipements nécessaires à leur surveillance et à leur prévention et les exploite ».

Remarque : L'ordonnance n°2011-91 du 20 janvier 2011 porte codification de la partie législative du code minier. Elle entrera en vigueur le 1er mars 2011. Il s'agit d'une recodification de la partie législative du code minier en droit constant. Les modifications apportées par cette ordonnance ne concernent donc pas les modalités de mise en sécurité des anciens sites miniers.

Les risques physiques en terme de sécurité publique sont liés à :

- Pour les travaux miniers souterrains :
 - l'existence d'ouvrages de liaison fond-jour (puits, galeries, montages ...),
 - les risques de fontis, d'affaissement en surface,
 - les risques de chute dans les ouvrages miniers non fermés,
- Pour les exploitations à ciel ouvert :
 - les risques de chutes de personnes à partir des têtes de parois,
 - les risques d'instabilité des parois,
 - les risques d'instabilité des verses à stériles,
 - les risques d'instabilité ou de rupture pour les digues de retenue de stockage (non concerné pour le bilan environnemental des Deux-Sèvres : stockage en fond de MCO).

Différentes études ont été menées sur les sites des Deux-Sèvres afin d'évaluer les aléas liés aux mouvements de terrain :

- Septembre 1992 : *Les risques d'effondrement de la surface à l'aplomb des travaux miniers de la mine de la Commanderie*, Édouard Tincelin, 1992, dite étude Tincelin,
- Septembre 2005 : rapport d'étude référence BRGM/RP-53948-FR des aléas « mouvement de terrain » (GEODERIS – BRGM),
- Avril 2006 : rapport d'étude référence DRS-06-67783/R01 des aléas « mouvement de terrain » (INERIS),
- Mai 2006 : rapport d'étude référence W2006/030DE-5POC2100 des aléas « mouvement de terrain » (GEODERIS).

Les études menées par GEODERIS ont été réalisées dans le but d'élaborer un PPRM (Plan de Prévention des Risques Miniers) sur les communes concernées par le présent bilan.

7.2 LES RISQUES LIÉS AUX TRAVAUX MINIERS SOUTERRAINS [11][13]

7.2.1 Les ouvrages de liaison fond-jour

Les risques de chutes de personnes ou d'animaux, les risques d'intrusion dans les travaux souterrains ont conduit les exploitants à obturer ces ouvrages.

L'inventaire des ouvrages verticaux débouchant au jour a été réalisé sur la base des documents d'archives et de la connaissance des sites. Ils font l'objet d'un contrôle périodique, renforcé par l'analyse environnementale réalisée préalablement à la rédaction de ce présent bilan.

7.2.1.1 Les ouvrages verticaux de liaison fond-jour

SITE DE LA CHAPELLE LARGEAU

Le puits a été remblayé et obturé par une dalle de béton de 20 cm d'épaisseur armé de 4 m sur 3,75 m de coté.

Tous les autres ouvrages débouchant au jour ont été remblayés et obturés par des dalles de béton.

La liste des ouvrages verticaux débouchant au jour, pour le site de la Chapelle Largeau, est figurée dans le tableau suivant :

Nom de l'ouvrage	Type d'ouvrage	Section / diamètre	Profondeur (m)	Mise en sécurité	Observations
Puits Bel Air	Puits	2,8 x 4,5	180	Remblayage Dalle béton-armé avec trappe de visite	/
M158	Montage	2 x 3	73	Remblayage Dalle béton avec trappe de visite	Tassement métrique des matériaux de remblayage en 2012
M 156	Montage	3 x 3	82	Remblayage Dalle béton	Affaissement métrique en 1989
M 106	Montage	1,6 x 3	127	Remblayage Dalle béton	/
M 260	Montage	1,5 x 2,5	63	Remblayage Dalle béton avec trappe de visite	/
Ch 154	Montage	2 x 2	10	Remblayage Dalle béton	/
M 150	Montage	2,5 x 3	97	Remblayage Dalle béton avec trappe de visite	Tassement métrique des matériaux de remblayage en 2012

Une surveillance annuelle a été mise en place afin de contrôler le tassement des matériaux de remblayage des ces ouvrages fond-jour.

Un apport de remblai (environ 120 m³) a été réalisé suite au tassement des matériaux de remblayage des montages M150 et M158.

Dans le rapport INERIS d'avril 2006, le risque d'effondrement localisé au niveau de ces ouvrages a été considéré comme faible :

« En conséquence, un **aléa effondrement localisé faible** est retenu pour tous les ouvrages (puits et montages) débouchant au jour (tient compte d'une **intensité modérée** du phénomène redouté et d'une **prédisposition qualifiée de peu sensible**).

Extrait de Concession de Mallièvre – Évaluation et cartographie des aléas « mouvement de terrain » ;

Rapport d'étude référence DRS-06-67783/R01 INERIS, avril 2006

Il est à noter que l'intensité a été surévaluée lors de cette étude. En effet, le fait que les ouvrages étaient intégralement remblayés n'a pas été pris en compte.

En considérant le réaménagement réalisé pour chaque ouvrage, **l'intensité du phénomène redouté peut être considérée comme limité.**

SITE DE LA DORGISSIÈRE

La liste des ouvrages verticaux débouchant au jour, pour le site de la Dorgissière, figure dans le tableau suivant :

Nom de l'ouvrage	Type d'ouvrage	Section / diamètre	Profondeur (m)	Mise en sécurité	Observations
Puits	Puits	2,5 x 3,6	80	Remblayage avec du stérile Dalle béton armé	Absence de désordre
M 100	Montage			Repris dans la MCO	/
M 253	Montage			Repris dans la MCO	/

Le niveau d'aléa lié au puits a été considéré comme faible.

Dans le rapport INERIS d'avril 2006, un **aléa effondrement localisé faible** est retenu pour le puits, seul ouvrage situé hors de l'emprise de la MCO. Cette évaluation tient compte d'une **intensité limitée** du phénomène redouté et d'une **prédisposition qualifiée de peu sensible**.

SITE DE LA COMMANDERIE

Dans le cadre du dossier de délaissement et d'abandon partiel du site de la Commanderie de 1993, 20 ouvrages verticaux de liaisons fond-jour ont été répertoriés et leur mise en sécurité a été décrite.

Dix de ces ouvrages sont situés dans l'emprise de la mine à ciel ouvert partiellement remblayée et actuellement en eau.

Les dix autres ouvrages ont fait l'objet d'un remblayage suivant leurs caractéristiques. Le puits principal a fait l'objet d'une attention particulière du fait de ses dimensions.

L'ensemble des ouvrages verticaux de liaison fond-jour figurent dans le tableau suivant.

Nom de l'ouvrage		Type d'ouvrage	Section / diamètre (m)	Profondeur (m)	Mise en sécurité
Tubbing	N	Cheminée	Diam. 2	37	Situé sous le remblai ennoyé de la MCO
M 204 bis	M	Montage	1,5 x 2,5	12	
M 200	Q	Montage	1,5 x 2,5	33	
D 206	P	Cheminée	1,5 x 2,5	23	
M 204	O	Montage	1,5 x 2,5	52	
M 210	R	Montage	1,5 x 2,5	40	
M 214	T	Montage	1,5 x 2,5	21	
D 202	S	Cheminée	1,5 x 2	16	
M 103	D	Montage	1,5 x 2,5	45	
D 103-1	E	Cheminée	1,5 x 2,5	31	
Puits	I	Puits	4,5 x 4,5	283	Remblayage de la base au N-50 avec du sable Bouchon grave-ciment sur 5 m Remblayage sable sur 30 m Grave-ciment sur les 15 derniers mètres
M 128	L	Montage	2 x 2	48	Remblayé sur toute la colonne Obturé en tête par bouchon grave-ciment d'une hauteur correspondant a minima à trois fois leur largeur ou diamètre
Rob GRB	W	Puits type Robbins	Diam. 2,4	70	
Rob 8	F	Puits type Robbins	Diam. 2,4	235	
Rob 9-C	G	Puits type Robbins	Diam. 2,4	304	
Rob 1	J	Puits type Robbins	Diam. 2,4	349	
M 107	C	Montage	1,5 x 2,5	-	
M 101	B	Montage	1,5 x 2,5	-	
D 101	A	Cheminée	1,5 x 2,5	-	Obturé par une dalle béton
Rob9		Puits type Robbins	Diam. 2,4	-	

L'étude INERIS de 2006 conclue :

« tous les ouvrages situés à l'intérieur de l'emprise de la MCO ont été remblayés et se trouvent maintenant sous plusieurs dizaines de mètres de remblai et d'eau. Nous n'avons pas évalué et cartographié d'aléa lié à ces ouvrages considérant que si des mouvements de terrain peuvent apparaître (la probabilité apparaît plus faible à très faible), ils seront sans conséquences sur l'environnement de la MCO.

Pour les puits et les montages situés en dehors de l'emprise de la MCO, considérant les points suivants :

- Ils ont été remblayés avec mise en place d'un bouchon constitué d'un mélange de gravement en tête ;*
- L'ennoyage des travaux souterrains s'est déjà produit et le niveau d'eau au sein des ouvrages est stabilisé (aux variations saisonnières près),*

la rupture de la tête des ouvrages apparaît peu probable. Ne connaissant pas précisément les modalités d'exécution de ces traitements (qualité des remblais et performances mécaniques des bouchons) le phénomène d'effondrement de la tête des ouvrages n'est toutefois pas exclu.

S'agissant d'ouvrages de dimensions modestes (diamètre inférieur à 2,5 m), la rupture de la tête de l'ouvrage n'occasionnerait pas un effondrement de grande dimension (quelques mètres). De plus les terrains encaissants constitués par le granite de Mortagne sont qualifiés de résistant. Celui-ci est de nature à limiter sensiblement l'extension du phénomène.

*En conséquence, un **aléa effondrement localisé faible**, lié à la rupture de la tête des ouvrages a été retenu et appliqué à tous les puits et montages. »*

Extrait de Concession de Mallièvre – Évaluation et cartographie des aléas « mouvement de terrain » ;

Rapport d'étude référence DRS-06-67783/R01 INERIS, avril 2006

7.2.1.2 Les ouvrages horizontaux ou obliques de liaison fond-jour

Le seul site en Deux-Sèvres concerné par des ouvrages de liaison fond-jour horizontaux ou obliques est la Commanderie.

SITE DE LA COMMANDERIE

Dans le cadre du dossier de délaissement et d'abandon partiel du site de la Commanderie de 1993, 9 ouvrages horizontaux ou obliques de liaisons fond-jour ont été répertoriés et leur mise en sécurité a été décrite.

Deux de ces ouvrages sont situés dans l'emprise de la mine à ciel ouvert partiellement remblayée et actuellement en eau.

Les sept autres ouvrages ont fait l'objet d'un remblayage suivant leurs caractéristiques.

L'ensemble de ces ouvrages figurent dans le tableau suivant.

Nom de l'ouvrage		Type d'ouvrage	Section / diamètre (m)	Mise en sécurité
Entrée 8	7	Galerie	2 x 2	Obturé avant remblayage de la MCO Situé sous le remblai ennoyé de la MCO
G 100	8	Galerie	3 x 3,5	Situé sous le remblai ennoyé de la MCO
M 130	K	Plan incliné	2,5 x 3,5	Obturé en tête par un bouchon de grave-ciment
M 117	H	Plan incliné	2 x 3,5	
R 130	1	Galerie	2,5 x 2	Obturé en tête par un bouchon de grave-ciment de 5 m de long Toutes noyées depuis la fin de l'ennoyage de la MCO
G 116	2	Galerie	2,5 x 2,5	
G 118	3	Galerie	3 x 3,3	
R 120	4	Galerie	2 x 2	
G 110	6	Galerie	3 x 3	

L'étude INERIS de 2006 conclue :

« tous les ouvrages situés à l'intérieur de l'emprise de la MCO ont été remblayés et se trouvent maintenant sous plusieurs dizaines de mètres de remblai et d'eau. Nous n'avons pas évalué et cartographié d'aléa lié à ces ouvrages considérant que si des mouvements de terrain peuvent apparaître (la probabilité apparaît plus faible à très faible), ils seront sans conséquences sur l'environnement de la MCO.

[...]

Pour les deux plans inclinés (K et H), le traitement par un bouchon de grave-ciment réalisé est de nature à éviter tout effondrement des terrains à son aplomb. Toutefois, ce traitement n'a été réalisé que sur les 5 premiers mètres. Au-delà, compte tenu des dimensions de ces ouvrages (h : 2,5 m x l : 3,5 pour K et h : 2 m x l : 2,5 pour H), le développement d'une cloche d'éboulement créant un fontis au jour est possible. Compte tenu des dimensions des ouvrages, l'effondrement localisé est possible jusqu'à l'aplomb des galeries situées entre 30 et 40 m de profondeur⁴. Pour tenir compte de la pente relativement élevée de ces deux plans inclinés (>30°), autorisant l'étalement des éboulis vers l'aval, on retiendra une valeur limite de 50 m pour que l'effondrement arrive en surface.

*Compte tenu de la nature résistante des terrains de recouvrement (granite) et des dimensions relativement modestes de ces deux ouvrages, **la prédisposition du site à l'apparition d'un effondrement localisé à leur aplomb est qualifié de peu sensible et l'intensité du phénomène attendu de limité.** Un **aléa effondrement localisé faible** a donc ainsi été cartographié.*

⁴ : *Hauteur calculée par approche volumétrique (autocomblement des vides par foisonnement des terrains éboulés) en prenant un coefficient de foisonnement de 1,3 pour le granite et un angle de talus d'éboulis de 35°.* »

Extrait de Concession de Mallièvre – Évaluation et cartographie des aléas « mouvement de terrain » ;

Rapport d'étude référence DRS-06-67783/R01 INERIS, avril 2006

SYNTHÈSE DES RISQUES LIÉS AUX OUVRAGES VERTICAUX DE LIAISON FOND-JOUR

Les risques d'effondrement localisé liés aux ouvrages verticaux de liaison fond-jour des sites miniers des Deux-Sèvres sont synthétisés dans le tableau suivant.

Intensité* / Probabilité*	1 limité	2 modéré	3 très élevé	4 extrêmement élevé
1 peu sensible	<ul style="list-style-type: none"> • <u>La Chapelle-Largeau</u> • <u>la Dorgissière</u> • <u>La Commanderie ouvrages obliques</u> 	<u>La Commanderie ouvrages verticaux</u>		
2 sensible				
3 très sensible				
4 extrêmement sensible				

*P : prédisposition ou probabilité

*I. : Intensité ou gravité

■ Aléa faible

■ Aléa moyen

■ Aléa fort

Ces ouvrages font l'objet d'un contrôle annuel afin de s'assurer de l'absence de désordre en surface. En cas de tassement des matériaux de remblayage, un nouvel apport de matériaux est réalisé.

7.2.2 Les infrastructures et chantiers souterrains

Dans le cadre d'abandon des exploitations, des problèmes de stabilité des anciens chantiers peuvent se poser, notamment par le fait de la remontée de l'eau, qui modifie les caractéristiques mécaniques des roches.

Dans les exploitations ayant assuré un traitement intégral des vides, il ne subsiste, après fermeture, que l'évolution possible des produits de remblayage ainsi que quelques vides liés aux galeries d'infrastructures pouvant donner naissance à des effondrements localisés.

Dans les exploitations permettant la persistance des vides résiduels, la résistance des anciens travaux peut être remise en cause par la fragilité du bâti minier. Du fait de la persistance de ces vides, ces exploitations peuvent être à l'origine d'affaissement de surface, dont les extensions dépendent de la configuration et de la taille du gisement exploité.

L'analyse des effondrements passés, notamment sur les anciennes Divisions Minières de Vendée (Loire Atlantique, Maine et Loire, Deux-Sèvres, Vendée) et de la Cruzille (Haute-Vienne), a conclu, pour des exploitations de type « filonien » à deux types d'effondrements :

- des effondrements « classiques » par rupture progressive de la voûte,
- des effondrements en tiroirs (glissement complet du bloc situé au-dessus de la chambre exploitée).

Les effondrements « classiques »

Ils concernent les chantiers exploités dans des amas laissés vides, sans épontes (structures subplanaires délimitant la minéralisation), ainsi que les galeries d'accès et d'infrastructures. Dans ces effondrements « en cloche », la voûte se déstabilise et se désagrège peu à peu. Il y a chute de blocs constituant un enchevêtrement de produits foisonnés, qui progressivement comble le vide minier.

Si l'on considère un coefficient de foisonnement F et une hauteur de vide H, la hauteur H1 de terrain susceptible de tomber et de remplir le vide est donnée par la formule :

$$H_1 = \frac{H}{F - 1}$$

Pour différentes valeurs du coefficient de foisonnement F, on obtient :

F	H ₁
1,4	2,5 H
1,5	2,0 H
1,6	1,7 H

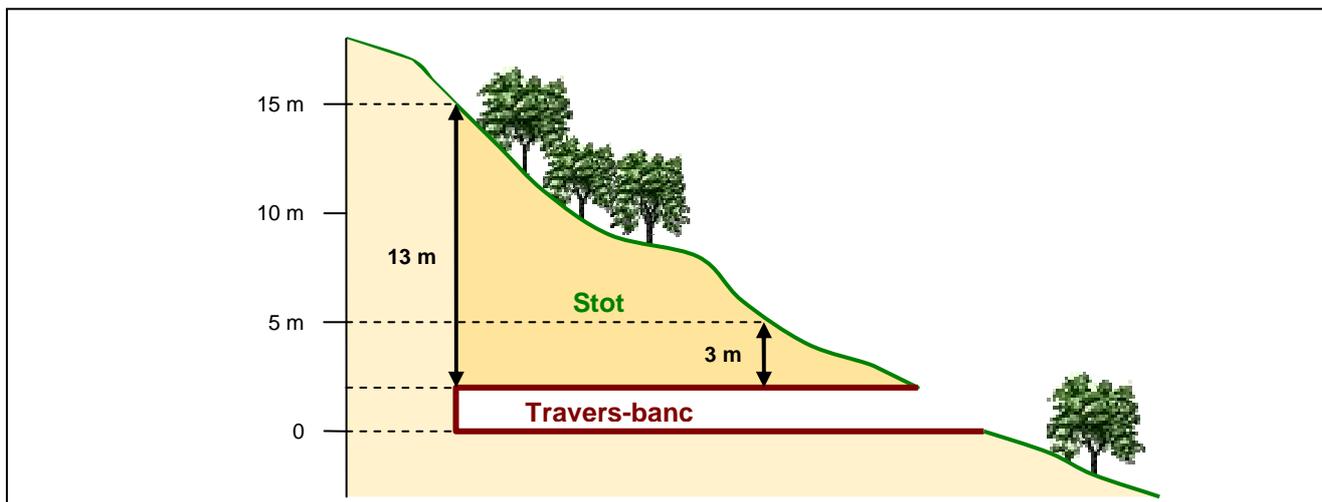
Si l'on veut avoir un coefficient de sécurité maximum, on appliquera comme critère la règle de TINCELIN (« La mécanique du foudroyage »... TINCELIN – FINE – BENYAKHLEF – 12ème congrès minier mondial – NEW DEHLI – novembre 1984) qui considère que la hauteur totale du vide disponible et du fontis (H et H1) est environ égale à quatre fois la hauteur du vide initial (H) (F < 1,4).

Dans le rapport d'études DRS-06-51198/R01 du 4 mai 2006 relatif à l'évaluation des Plans de Prévention des Risques Miniers, l'INERIS estime que « lorsque la voûte initiée par la rupture du toit de l'excavation ne se stabilise pas mécaniquement [...], elle se propage progressivement vers la surface et, si l'espace disponible au sein des vieux travaux est suffisant pour que les matériaux éboulés et foisonnés puissent s'y accumuler sans bloquer le phénomène par "autorembayage", la voûte peut atteindre la surface du sol ». « L'apparition de ce type de désordres en surface ne concernent que les travaux peu profonds. » « Le retour d'expérience disponible montre qu'au-delà d'une profondeur d'une cinquantaine de mètres, la prédisposition d'anciens travaux miniers aux remontées de fontis jusqu'en surface devient négligeable pour des galeries de hauteur habituelle (inférieure à 4 m) » (ndlr : Soit plus de 10 fois la hauteur de la galerie).

Les hauteurs de galeries de reconnaissance ou d'accès sont généralement limitées à 2 m de hauteur. L'application de la règle « Tincelin » écarte tout risque de désordre de surface au-delà d'un stot de 8 m. L'application de la règle « INERIS » porte ce stot à 20 m.

Les risques de désordres existent donc pour :

- des galeries à moins de 20 m de profondeur,
- des ouvrages de type travers-banc, qui correspondent à des galeries horizontales situées à flanc de coteau, où le stot au dessus varie en fonction de la longueur de la galerie, comme l'illustre le schéma suivant :



Il convient, également, de noter que l'autoremblyage par foisonnement est un phénomène progressif qui limite l'ampleur de l'affaissement potentiel de surface au fur et à mesure de la progression de la déstabilisation de la voute vers la surface. Ainsi pour une galerie située à 10 m de profondeur, le fontis de surface ne peut excéder le mètre, pour une galerie située à 15 m, le fontis est limité à 0,5 m (application de la règle INERIS pour une galerie de 2 m de hauteur).

Les effondrements « en tiroir »

Ils concernent tous les chantiers exploités sur des structures filoniennes. Le phénomène est brutal, à l'inverse de l'effondrement « en cloche » qui est progressif. Il est lié au glissement, le long des épontes, du bloc non exploité, dans le vide généré par l'exploitation. Les répercussions en surface, observées sur des effondrements survenus sur les anciennes Divisions Minières de Vendée (Loire Atlantique, Maine et Loire, Deux-Sèvres, Vendée) et de la Crouzille (Haute-Vienne), ont confirmé qu'elles ne se situaient pas à l'aplomb du vide, mais bien à la trace en surface de la structure exploitée.

SITE DE LA CHAPELLE-LARGEAU

Les dépilages du site de la Chapelle-Largeau ont été exploités selon trois méthodes :

- Méthode par chambres magasin,
- Méthode des chambres vides et sous niveaux,
- Tranches montantes remblayées, soit avec du stérile, soit par remblayage hydraulique avec des sables cyclonés provenant de l'Écarpière ou des produits provenant de l'exploitation de la mine d'or de la Bellière à Saint-Pierre-Monlismart (79).

Plusieurs désordres de surface ont été constatés à l'aplomb des chantiers situés à faible profondeur.

Ils sont liés :

- Aux chambres vides (magasins et sous niveaux),
- Aux chantiers remblayés mais où :
 - Les matériaux de remblayage ont pu se tasser,
 - Les sables se sont écoulés dans les ouvrages.

Deux dalles en béton armé (30 cm d'épaisseur) ont été réalisées en 1982 à l'aplomb des chambres les plus superficielles afin d'améliorer la stabilité en surface.



L'étude INERIS 2006 a étudié les risques liés à ces chantiers en prenant en compte le contexte local et la méthode d'exploitation de chaque chantier :

« Dans le contexte de la Chapelle Largeau, il faut tenir compte de quelques facteurs [...] favorables à la stabilité des stots [...] :

- *pendage de 55 à 60° des filons et des chantiers,*
- *ouverture des chantiers de 2 m maximum,*
- *bonne tenue mécanique du toit. L'étude du gisement réalisée en 1958 indique qu'au toit des travaux, la roche demeure saine, après 50 cm d'un faux toit diaclasé avec kaolin.*

A ces trois facteurs, on rajoutera que la remontée des eaux dans les travaux miniers qui constitue une phase critique pour leur stabilité, a déjà eu lieu.

Dans ces conditions, nous retiendrons que :

- *des ruptures progressives de la couronne des stots, engendrant des effondrements en surface, sont possibles pour des têtes de chambres situées à moins de 20 m de profondeur, et ceci quelles que soient les méthodes d'exploitation mises en œuvre. Les configurations d'exploitation identifiées sont celles situées à l'aplomb et de part et d'autre des dalles bétonnées sur le filon Dédet et celle des chantiers situés à 20 m de profondeur sur le filon de l'École, au sud de l'ancienne MCO ;*

Nous qualifions ces configurations de sensibles vis-à-vis du phénomène d'effondrement localisé ;

- le mécanisme décrit précédemment est considéré également pour les chantiers exploités au-dessus du niveau 40. Dans ce cas toutefois, la probabilité d'effondrement au jour apparaît beaucoup plus faible. Il est retenu également une possibilité de rupture du toit des chambres avec remontée d'un fontis jusqu'au jour au-dessus du niveau 40 mais avec une probabilité faible à très faible ;

Ces configurations de travaux sont donc qualifiées de peu sensibles vis-à-vis du phénomène d'effondrement localisé ;

- la possibilité de remontée de fontis, par rupture du toit des galeries de niveau est considérée au-dessus du niveau 40 (40 à 45 m de profondeur en fonction de la topographie) dans le cas du réseau complexe de galeries de niveau 40 localisé à l'intersection des deux filons (« le nœud ») à l'aplomb de l'ancienne décharge, notamment. Les plans montrent en effet des croisements de galerie avec des portées de toit de plusieurs mètres supérieures à la largeur classique d'une galerie isolée.

Compte tenu de la bonne tenue mécanique des terrains encaissants, cette configuration de travaux souterrains est qualifiée de peu sensible vis-à-vis du phénomène d'effondrement localisé.

Le croisement de la prédisposition de chaque configuration, qualifiée ci avant, avec l'intensité des phénomènes redoutés conduit à retenir les **niveaux d'aléa effondrement localisé** suivant :

- **moyen pour les filons exploités à moins de 20 m de profondeur**, en considérant une intensité du phénomène modérée [...]
- **faible pour les filons exploités entre le niveau 40 (40 à 45 m de profondeur) et 20 m de profondeur** (intensité du phénomène redouté modérée et configuration peu sensible)
- **faible à l'aplomb de la zone de croisement des galeries** de niveau (intensité limitée et configuration peu sensible). »

Extrait de Concession de Mallièvre – Évaluation et cartographie des aléas « mouvement de terrain » ;

Rapport d'étude référence DRS-06-67783/R01 INERIS, avril 2006

Suite à cette étude, des sondages destructifs ont été réalisés dans le jardin jouxtant la maison située dans la parcelle 341 (au Sud-Est de la place du Prieuré) pour combler le vide minier résiduel mis en évidence lors de cette étude. Environ 1 000 tonnes de gravier et 57 m³ de béton ont été injectés afin d'améliorer la stabilité des terrains.

LA DORGISSIÈRE

L'exploitation des dépilages du site de la Dorgissière a été réalisée :

- Par la méthode « chambres vides »,
- Par la méthode « chambres charpentées » et remblayées au cours de l'exploitation,
- Par tranches montantes remblayées boisées.

Les chantiers ont été tous repris par l'exploitation de la mine à ciel ouvert, hormis ceux situés entre les niveaux -40 et -80. Or ces derniers ont été exploités par la méthode des tranches montantes remblayées, limitant ainsi les vides résiduels

Concernant ces chantiers, l'étude INERIS 2006 conclue :

*« En raison du caractère limité des vides résiduels (chantiers repris à ciel ouvert ou remblayés), [...] de l'épaisseur [...] et de la pérennité du lac à l'aplomb de ceux-ci, **nous ne retenons pas d'aléas mouvement de terrain liés à ces travaux.** »*

Extrait de Concession de Mallièvre – Évaluation et cartographie des aléas « mouvement de terrain » ;

Rapport d'étude référence DRS-06-67783/R01 INERIS, avril 2006

Des galeries isolées situées à faible profondeur ont été identifiées sur le site. Elles peuvent provoquer, en cas de rupture du toit, un effondrement localisé en surface de type fontis. Ces galeries sont situées au niveau N-40.

Aucun désordre de surface lié à ces galeries n'a été constaté depuis l'arrêt de l'exploitation du site.

Concernant ces galeries, l'étude INERIS 2006 conclue :

*« Dans le contexte de la Dorgissière, aucun effondrement n'est recensé à l'aplomb des galeries minières. Celles-ci se situent toutes à des profondeurs supérieures à 30 m. Nous qualifierons cette configuration de galeries de **peu sensible au phénomène d'effondrement localisé**. Compte tenu des faibles dimensions des galeries, les effondrements attendus en surface ne dépasseront pas quelques mètres de diamètres, ce qui **conduit à qualifier de limitée l'intensité du phénomène redouté**. Par croisement de l'intensité et de la prédisposition ou de la probabilité à ce que le phénomène apparaisse en surface, un **aléa effondrement localisé faible a été retenu à l'aplomb des galeries de niveau 40** situées à moins de 50 m de profondeur. »*

Extrait de Concession de Mallièvre – Évaluation et cartographie des aléas « mouvement de terrain » ;

Rapport d'étude référence DRS-06-67783/R01 INERIS, avril 2006

LA COMMANDERIE

Les dépilages du site de la Commanderie ont été exploités selon différentes méthodes :

- Dépilages avec remblayage :
 - Par tranches montantes charpentées remblayées.
 - Par tranches montantes remblayées hydrauliquement.
 - Par tranches montantes remblayées en grave ciment et stériles.
 - Par tranches descendantes remblayées en grave ciment.
- Dépilages sans remblayage :
 - Par chambres vides et sous niveaux.
 - Par tranches montantes descendantes « stot par stot ».
 - Par tranches descendantes sous dalle béton.
 - Méthode « Burc » ou plan incliné minéral.

Un extrait de l'étude Tincelin de 1992 figure ci-après :

« La mine est en cours d'ennoyage. L'ensemble des travaux miniers se trouve sous une ancienne exploitation par ciel ouvert qui sera totalement remplie d'eau. Après remplissage les éventuels effondrements seront totalement occultés et sans danger.

Au cours du remplissage, il y a lieu d'établir des périmètres de sécurité. »

Extrait de Les risques d'effondrement de la surface à l'aplomb des travaux miniers de la mine de la Commanderie, É. Tincelin, Septembre 1992

Ainsi, durant la remontée des eaux, trois périmètres de sécurité successifs ont été mis en place suivant le niveau d'eau. Le détournement du ruisseau de la Commanderie a permis d'accélérer l'ennoyage.

Les risques liés aux chantiers souterrains ont été étudiés dans le cadre de l'étude INERIS de 2006. Les paragraphes relatifs à la stabilité actuelle des terrains à l'aplomb des chantiers et galeries figurent ci-après.

« Une seule configuration de travaux a été identifiée comme susceptible de générer des mouvements de terrain en surface en dehors de l'emprise de la MCO ennoyée. Elle se situe dans la terminaison nord-ouest de la MCO à l'aplomb d'un secteur remblayé et maintenant hors d'eau. [...]

A cet endroit, l'exploitation s'étage de façon relativement continue entre le niveau 50 (40 m de profondeur ici par rapport au sommet des remblais) et le niveau 255 (245 m de profondeur)[...].

*L'analyse de la coupe [des chantiers à ce niveau] met en évidence une **exploitation par chambres d'une vingtaine de mètres de large sur une hauteur continue d'une quarantaine de mètres**. Ces travaux se situent à moins de 20 m sous la base des remblais. Par analogie avec le cas du Chardon [44], cette configuration apparaît favorable à une rupture « en tiroir » selon l'axe du filon.*

Considérant que :

- *la phase d'ennoyage des vides souterrains a déjà eu lieu (cette étape a été à l'origine de l'effondrement du Chardon)*
- *les vides souterrains sont moins importants en volume et moins continus sur la hauteur exploitée que dans le cas du Chardon. Dans ces conditions les risques de départ de remblais vers les niveaux inférieurs sont plus limités*

*cette configuration d'exploitation est **donc qualifiée de peu sensible aujourd'hui à l'apparition d'un effondrement localisé**.*

*Même si l'occurrence d'un tel phénomène semble peu probable, **son intensité n'en demeure pas moins très élevée** (effondrement possible de plus de 20 m de diamètre). **Un aléa effondrement localisé moyen a donc été cartographié à l'aplomb des chantiers les moins profonds** avec un léger décalage pour tenir compte du déport du phénomène selon l'axe du filon. La marge d'influence du phénomène a été définie en prenant un angle de talutage de 45° partir de la base des remblais.*

Signalons que **plusieurs galeries ou chambres isolées de faible ouverture** (moins de 3 m) sont localisées dans le secteur nord-ouest des travaux miniers souterrains, au-delà de la MCO remblayée. Ces travaux souterrains se situent entre 40 et 50 m de profondeur d'après les coupes et plans disponibles. Compte tenu de l'ouverture limitée des vides souterrains, de leur profondeur relativement élevée par rapport à l'importance de ces vides et de la compétence élevée des terrains sus-jacents (granite de Mortagne), **aucun aléa n'a été retenu pour ces configurations de travaux.**

Extrait de Concession de Mallièvre – Évaluation et cartographie des aléas « mouvement de terrain » ;

Rapport d'étude référence DRS-06-67783/R01 INERIS, avril 2006

Des mesures ont été prises afin d'assurer l'absence de risque sur la population :

- la circulation est interdite à l'aplomb des travaux miniers souterrains dont l'aléa a été évalué comme modéré. Un périmètre de sécurité est mis en place autour de cette zone,
- l'ensemble de l'emprise des anciens travaux miniers est classé « zone non constructible ».

Il est à noter qu'aucun désordre de surface n'a été observé à l'aplomb de ces zones depuis la fin des réaménagements.

SYNTHÈSE DES RISQUES LIÉS AUX INFRASTRUCTURES ET CHANTIERS SOUTERRAINS

Les risques d'effondrement localisé liés aux infrastructures et chantiers souterrains des sites miniers des Deux-Sèvres sont synthétisés dans le tableau suivant.

Intensité* / Probabilité*	1 limité	2 modéré	3 très élevé	4 extrêmement élevé
1 peu sensible	<ul style="list-style-type: none"> • <u>La Chapelle-Largeau</u> croisement galeries • <u>La Dorgissière</u> galeries N-40 	<u>La Chapelle-Largeau</u> chantiers entre – 20 et – 40 m de profondeur	<u>La Commanderie</u> chambres hors emprise MCO	
2 sensible		<u>La Chapelle-Largeau</u> chantiers - de 20 m de profondeur		
3 très sensible				
4 extrêmement sensible				

*P : prédisposition ou probabilité

*I. : Intensité ou gravité

■ Aléa faible

■ Aléa moyen

■ Aléa fort

Ces zones font l'objet d'un contrôle annuel afin de s'assurer de l'absence de désordre en surface. En cas de désordre, un nouvel apport de matériaux est réalisé.

7.3 LES RISQUES LIÉS AUX MINES A CIEL OUVERT [13]

Ces risques sont liés à la présence de parements résiduels pour les fosses non remblayées ou mises en eau et accessibles au public (risques de chute ou de noyade), ou de mouvement de terrain.

SITE DE LA ROCHE PIED RÔTI

Le site de la Dorgissière est localisé à flanc de coteau, dans un champ, à environ 100 m au Nord du hameau de la Roche Puy Rôti.

La mine à ciel ouvert a été conservée comme réserve d'eau utilisée pour l'irrigation des terrains agricoles.

Le contour de la fosse est matérialisé par un merlon et une haie d'arbustes (ronces, genêts). Sa circonférence est clôturée dans son ensemble sur une hauteur de 2 m (grillage et poteaux ciments). Cette mise en sécurité, liée en particulier à la suppression du risque de chute, permet également de limiter l'intensité d'un événement de type écoulement rocheux.

Les fronts rocheux sont constitués de granite de Mortagne, de bonne mécanique. Ils sont actuellement en bonne état (aucun indice d'écroulement rocheux). Ce contexte nous permet d'évaluer la probabilité d'un événement de type écoulement rocheux comme peu sensible.

Dans le rapport INERIS d'avril 2006, un **aléa écoulement rocheux faible** est retenu.

SITE DE LA CHAPELLE-LARGEAU

La mine à ciel ouvert est située au centre du bourg de la Chapelle Largeau à proximité d'une école. Elle se développait sur 150 m de long, à 200 m environ au Sud du puits.

Elle a été comblée par une décharge de déchets ménagers de la ville de Mauléon, déchets comprenant entre autre des déchets d'équipements électriques et électroniques.

La stabilité des terrains à l'aplomb de l'ancienne mine à ciel ouvert dépend donc de la nature des déchets stockés.

Un centre sportif comprenant un terrain de football et un terrain de basket a été aménagé sur l'emprise de l'ancienne mine à ciel ouvert. Le vestiaire est situé au centre de l'ancienne exploitation.

Un tassement de surface a été observé à l'aplomb de la mine à ciel ouvert. Le terrain de basket présente des fissures ouvertes au niveau du sol (goudron) et le portail d'entrée est en faux niveau dû à des tassements différentiels. Le terrain de football présente également une dépression (tassement de surface conséquent, atteignant le mètre) à l'aplomb des anciens travaux.

L'étude INERIS 2006 a étudié l'aléa mouvement de terrain lié à cette MCO :

« [...] les désordres observés en surface sont assez éloquents : tassement différentiels de plusieurs décimètres à un mètre environ, apparition de fissures ouvertures.

Sur la base de ces observations et compte tenu et de la nature suspectée de matériau de comblement mis en place, la zone remblayée de l'ancienne MCO est qualifiée de très sensible au tassement.

L'intensité des phénomènes attendus est qualifiée de modérée au regard en particulier de ceux déjà observés.

En conséquence, nous avons retenu un aléa tassement moyen sur l'emprise de l'ancienne MCO. »

Extrait de Concession de Mallièvre – Évaluation et cartographie des aléas « mouvement de terrain » ;

Rapport d'étude référence DRS-06-67783/R01 INERIS, avril 2006

SITE DE LA DORGISSIÈRE

Le site de la Dorgissière a fait l'objet de l'exploitation de deux mines à ciel ouvert : Sud et Nord

- **MCO la Dorgissière Sud**

La mine à ciel ouvert Sud a été intégralement remblayée avec du stérile minier.

Ainsi, il n'y a aucun risque de chute ou de noyade.

En l'absence de topographie marquée, aucun phénomène de mouvement de pentes n'est à redouter.

Par contre, le remblayage avec des stériles miniers conduit à considérer un risque de tassement au niveau de l'emprise de l'ancienne MCO.

L'étude INERIS de 2006 a évalué la **prédisposition d'un tel phénomène comme sensible**, mais d'une **intensité limitée**. Le **risque de tassement au niveau de cette MCO est donc considéré comme faible**.

- **MCO la Dorgissière Nord**

La mine à ciel ouvert Nord a été réaménagée en plan d'eau d'environ 240 m de longueur sur 80 à 100 m de largeur. Le site est actuellement utilisé pour l'irrigation agricole.

Les parements de la MCO restent partiellement apparents sur une hauteur de 6 à 10 m. Dans la partie Est de la MCO, les terrains sont de nature schisteuse et l'analyse visuelle des fronts rocheux subverticaux montre que ceux-ci sont relativement altérés et fracturés. Ces parements ont fait l'objet d'un talutage sur 140 m.

Le parement Nord a quant à lui été renforcé par la pose de barres de fer plat, aujourd'hui vétustes.

L'ensemble du site est clôturé par quatre rangs de clôture barbelée. Des panneaux « propriété privée » et « défense d'entrer » ont été mis en place, réduisant ainsi les risques de chutes et de noyade.

L'étude INERIS 2006 a étudié l'aléa mouvement de terrain lié à cette MCO :

« La MCO de la Dorgissière Nord a atteint une profondeur maximale de 42 m. Elle a été exploitée par gradins irréguliers de 10 m à 20 m séparés par des banquettes de 5 m de large environ. D'après les plans de mine, les pentes intégratrices, sur toute la hauteur des fronts sont relativement élevées (45° et plus).

Au-dessus du plan d'eau, sur tout le pourtour nord et ouest de la découverte, là où les terrains sont de nature granitique ou bréchique, les fronts sont subverticaux [...]. Dans la partie Est, les terrains sont de nature schisteuse, des travaux de talutage ont été mis en œuvre par l'exploitant, la pente finale restant relativement élevée (de l'ordre de 45° localement).

L'analyse visuelle des **fronts rocheux subverticaux** montre que ceux-ci sont relativement altérés et fracturés. Ils **seront qualifiés de sensibles au phénomène d'éroulement rocheux**. L'intensité du phénomène redouté, éroulement de blocs rocheux métriques à plurimétriques est **qualifiée de modérée**, conduisant à **retenir un aléa moyen**. Cet aléa est appliqué à tous les fronts rocheux subverticaux en considérant que ceux-ci pourront se taluter à terme selon une pente de 45°, valeur retenue forfaitairement et d'expérience pour un profil d'équilibre à très long terme dans ce type de matériaux (figure 9).

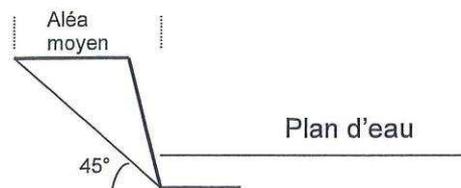


Figure 9 : illustration du principe du zonage de l'aléa éroulement rocheux retenu pour la MCO de la Dorgissière Nord

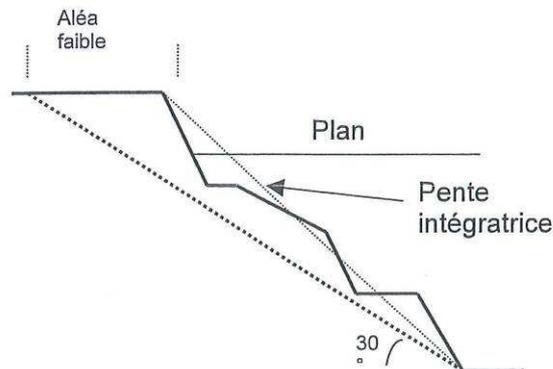


Figure 10 : illustration du principe du zonage de l'aléa glissement retenu pour la MCO de la Dorgissière Nord

En se basant sur les valeurs relativement fortes des pentes intégratrices et sur la nature schisteuse et/ou altérée et fracturée des terrains sur une grande partie de la MCO, nous considérons que **des glissements, d'intensité limitée à modérée** (jusqu'à plusieurs dizaines de mètres cubes) sont possibles sur tout le pourtour de la découverte. La **prédisposition du site au phénomène de glissement est considérée comme peu sensible à sensible** en fonction de la nature des terrains (schisteuse ou granitique).

En conséquence, un **aléa glissement faible a été retenu sur tout le pourtour de la découverte**, cartographié selon le principe illustré en figure 10. Un profil d'équilibre penté à 30° a été retenu dans le contexte de la Dorgissière tenant compte de la nature altérée et schisteuse des terrains concernés.

Précisons que les aléas glissement et écoulement ont été cartographiquement limités aux fronts hors d'eau. »

Extrait de Concession de Mallièvre – Évaluation et cartographie des aléas « mouvement de terrain » ;

Rapport d'étude référence DRS-06-67783/R01 INERIS, avril 2006

SITE DE LA COMMANDERIE

La mine à ciel ouvert de la Commanderie se situe à l'aplomb des travaux miniers souterrains et sa dimension est d'environ 500 m de longueur sur 80 à 200 m de largeur.

Elle a été partiellement remblayée dans sa partie Nord et présente un plan d'eau de 400 m de longueur sur 180 m de largeur. Les parements résiduels sont visibles sur une hauteur d'environ 10 à 15 mètres. Une piste mise en place lors du réaménagement permet de faire le tour de la fosse.

La MCO est clôturée par une clôture agricole et une haie sauvage, réduisant ainsi les risques de chutes et de noyade.

L'étude INERIS 2006 a étudié l'aléa mouvement de terrain lié à cette MCO :

« Comme pour la MCO de la Dorgissière Nord, un aléa écoulement et, localement, un aléa glissement a été retenu sur les fronts périphériques de la MCO de la Commanderie, avec toutefois quelques nuances :

- *les fronts rocheux sont constitués ici uniquement de granite dont la tenue mécanique apparaît meilleure qu'à la Dorgissière;*
- *les pentes intégratrices sur la hauteur totale de front (non butés par les remblais en fond de fosse) ont un pendage de l'ordre ou légèrement supérieurs à 45°*

Considérant les deux points précédents, nous n'avons pas retenu le phénomène de glissement comme probable sur la quasi-totalité du pourtour de la fosse (une exception est détaillée ci-après), mais seulement un aléa écoulement sur les fronts subverticaux à verticaux situés au-dessus du plan d'eau.

*La bonne tenue apparente des fronts, corrélée par l'absence de désordres importants visibles sur le pourtour de la MCO [...], conduisent à **retenir un aléa écoulement faible**.*

*Des travaux de remodelage ont été réalisés sur 120 m de longueur environ sur le flanc ouest de la fosse. Ils ont conduit à la création d'un talus de 45° de pendage environ [...]. Ce talus apparaît constitué, au moins pour partie, de remblai. L'analyse visuelle ne montre pas de désordres particuliers toutefois le pendage est trop élevé à notre sens pour éviter à terme l'apparition de glissement (probablement de petite dimension). **Un aléa glissement faible** a donc été cartographié sur toute la longueur de ce talus. »*

Extrait de Concession de Mallièvre – Évaluation et cartographie des aléas « mouvement de terrain » ;

Rapport d'étude référence DRS-06-67783/R01 INERIS, avril 2006

SYNTHÈSE DES RISQUES LIÉS AUX MINES À CIEL OUVERT

Les risques écoulement rocheux, de glissement et de tassement liés aux mines à ciel ouvert des sites miniers des Deux-Sèvres sont synthétisés dans le tableau suivant.

Intensité* Probabilité*	1 limité	2 modéré	3 très élevé	4 extrêmement élevé
1 peu sensible	La Roche Pied Rôti Écoulement - Fronts de la MCO	La Commanderie Écoulement – fronts MCO / Glissement – front taluté NW		
2 sensible	La Dorgissière Tassement - Emprise MCO Sud remblayée	La Dorgissière Glissement - Pourtour de la MCO Nord	La Dorgissière Écoulement - Fronts subverticaux de la MCO Nord	
3 très sensible		La Chapelle Largeau Tassement - Emprise MCO remblayée		
4 extrêmement sensible				

*P : prédisposition ou probabilité

*I. : Intensité ou gravité

■ Aléa faible

■ Aléa moyen

■ Aléa fort

7.4 LES RISQUES LIÉS AUX VERSES A STÉRILES [13]

La déstabilisation d'une verse à stériles peut se traduire par une rupture d'un flanc de talus, lorsque les forces motrices (de pesanteur et hydraulique) qui tendent à le mettre en mouvement deviennent supérieures aux forces résistantes (résistance aux cisaillements des matériaux) qui s'opposent pour leur part aux déformations et aux glissements de terrain.

SITE DE LA ROCHE PIED RÔTI

La verse à stériles du site de la Roche Pied Rôti a été utilisée pour le rehaussement d'un mètre d'une zone marécage, afin d'assécher la zone.

L'absence de topographie marquée permet d'exclure tout risque de glissement. Cependant, le risque de tassement ne peut être écarté.

L'étude INERIS de 2006 a évalué la **prédisposition d'un tel phénomène comme sensible**, mais d'une **intensité très limitée**, du fait de la faible épaisseur de stériles (1 mètre). Le **risque de tassement au niveau de cette zone est donc considéré comme faible**.

SITE DE LA CHAPELLE-LARGEAU

La verse à stériles du site de la Chapelle-Largeau, située au NW du puits, a été clôturée et elle est en cours de réaménagement (apport de produits tout-venant) par la mairie de la Chapelle Largeau.

L'étude INERIS de 2006 a évalué la **prédisposition d'un tel phénomène comme sensible**, mais d'une **intensité limitée**. Le **risque de tassement au niveau de cette verse est donc considéré comme faible**.

SITE DE LA DORGISSIÈRE

La verse à stériles de la Dorgissière a fait l'objet d'un remodelage lors des travaux de réaménagement du site. Elle est donc peu sensible aux phénomènes de mouvement de pente.

Cependant, le risque de tassement ne peut être exclu.

L'étude INERIS de 2006 a évalué la **prédisposition d'un tel phénomène comme sensible**, mais d'une **intensité limitée**. Le **risque de tassement au niveau de cette verse est donc considéré comme faible**.

SITE DE LA COMMANDERIE

La verse à stériles de la Commanderie a fait l'objet d'un remodelage lors des travaux de réaménagement du site. Elle est donc peu sensible aux phénomènes de mouvement de pente.

L'étude INERIS de 2006 a évalué les autres risques de mouvement de terrain au niveau de cette verse :

*« [...] deux petits fronts subverticaux (correspondant à des **zones d'emprunt de matériaux**) ont été ouverts sur son flanc Est [...]. Pour ceux-ci, nous avons retenu un **aléa glissement faible**.*

*L'ensemble du dépôt étant constitué de stériles, naturellement sensibles à des phénomènes de tassement mais générant des mouvements d'amplitude limitée, un **aléa de tassement faible a été cartographié sur la totalité de l'emprise** du dépôt. »*

Extrait de Concession de Mallièvre – Évaluation et cartographie des aléas « mouvement de terrain » ;

Rapport d'étude référence DRS-06-67783/R01 INERIS, avril 2006

SYNTHÈSE DES RISQUES LIÉS AUX VERSES À STÉRILES

Les risques de tassement et de glissement liés aux verses à stériles des sites miniers des Deux-Sèvres sont synthétisés dans le tableau suivant.

Intensité* / Probabilité*	1 limité	2 modéré	3 très élevé	4 extrêmement élevé
1 peu sensible		La Commanderie Glissement – fronts d'emprunt		
2 sensible	<ul style="list-style-type: none"> • La Roche Pied Rôti ** Tassement • La Chapelle-Largeau Tassement • La Dorgissière Tassement • La Commanderie Tassement 			
3 très sensible				
4 extrêmement sensible				

** : ancienne zone marécageuse ayant fait l'objet d'un rehaussement avec du stérile minier

*P : prédisposition ou probabilité

*I. : Intensité ou gravité

■ Aléa faible

■ Aléa moyen

■ Aléa fort

7.5 SYNTHÈSE CARTOGRAPHIQUE DES RISQUES [11][12][13][14]

Aucun site ne possède d'aléa évalué comme fort.

Tous les aléas évalués comme moyens ont fait l'objet de mesures préventives ou de protection :

- Remblayage des ouvrages et chantiers (la Dorgissière, la Commanderie et la Chapelle Largeau)
- Pose de dalles à l'aplomb d'ouvrages de liaisons fond-jour (la Chapelle Largeau)
- Mise en place de périmètres de sécurité (la Dorgissière, la Commanderie)
- Interdiction de construction sur certaines (parcelles (la Commanderie).

Une synthèse cartographie des risques pour chacun des 4 sites miniers deux-sévriens est présentée dans les paragraphes ci-après.

LA ROCHE PIED RÔTI



Mine à ciel ouvert

Verse à stériles



Écroulement faible



Tassement faible

Intensité* Probabilité*	1 limité	2 modéré	3 très élevé	4 extrêmement élevé
1 peu sensible	Écroulement rocheux Fronts de la MCO			
2 sensible	Tassement Verse			
3 très sensible				
4 extrêmement sensible				

LA CHAPELLE-LARGEAU



Mine à ciel ouvert

-  Tassement faible
-  Tassement moyen

Travaux miniers souterrains

-  Effondrement localisé faible
-  Effondrement localisé moyen

Verse à stériles

-  Tassement faible

Intensité* Probabilité*	1 limité	2 modéré	3 très élevé	4 extrêmement élevé
1 peu sensible	<u>Effondrement localisé</u> Ouvrages de liaison fond-jour	<u>Effondrement localisé</u> Chantiers entre – 20 et – 40 m de profondeur		
2 sensible	<u>Tassement</u> Verse	<u>Effondrement localisé</u> Chantiers - de 20 m de profondeur		
3 très sensible		<u>Tassement</u> Emprise MCO remblayée		
4 extrêmement sensible				

LA DORGISSIÈRE



Mine à ciel ouvert

-  Glissement faible
-  Écroulement moyen

Travaux miniers souterrains

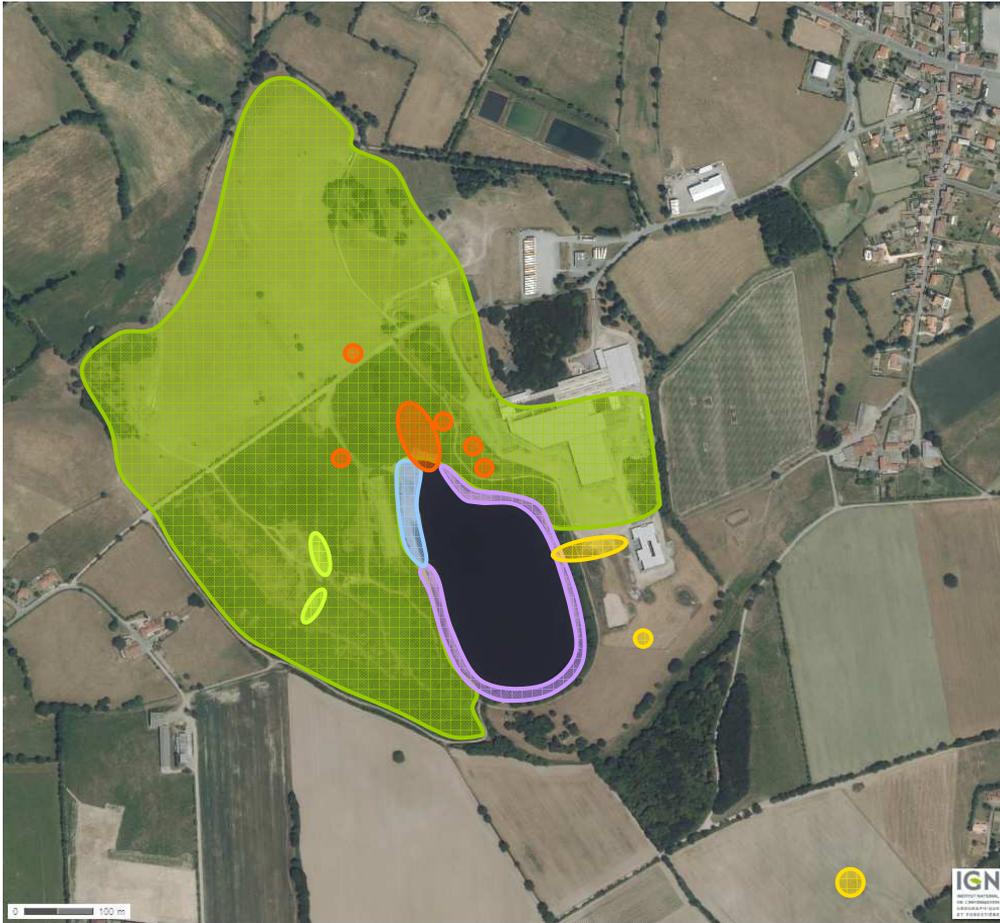
-  Effondrement localisé faible

Verse à stériles

-  Tassement faible

Intensité* Probabilité*	1 limité	2 modéré	3 très élevé	4 extrêmement élevé
1 peu sensible	<u>Effondrement localisé</u> Ouvrages de liaison fond-jour Galeries N-40	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> Glissement pourtour de la MCO Nord </div>		
2 sensible	<u>Tassement</u> Emprise MCO Sud Verse	<u>Écroulement rocheux</u> Fronts subverticaux de la MCO Nord		
3 très sensible				
4 extrêmement sensible				

LA COMMANDERIE



Mine à ciel ouvert

- Glissement faible
- Écroulement faible

Travaux miniers souterrains

- Effondrement localisé faible
- Effondrement localisé moyen

Verse à stériles

- Tassement faible
- Glissement faible

Intensité* Probabilité*	1 limité	2 modéré	3 très élevé	4 extrêmement élevé
1 peu sensible	<u>Effondrement localisé</u> Ouvrages de liaison fond-jour obliques	<u>Écroulement rocheux</u> Fronts MCO <u>Glissement</u> Front taluté NW Fronts emprunt verse	<u>Effondrement localisé</u> Ouvrages de liaison fond-jour verticaux	<u>Effondrement localisé</u> Chambres hors emprise MCO
2 sensible	<u>Tassement</u> Verse			
3 très sensible				
4 extrêmement sensible				

8 ÉVALUATION DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT

8.1 IMPACT SUR LE VECTEUR EAU

8.1.1 Voies de contamination sur le milieu aquatique

Voies de contamination de l'eau

Après l'arrêt des activités minières et industrielles, le marquage potentiel du vecteur eau peut se faire de deux manières différentes :

- Lorsque le niveau d'eau remonte dans les travaux miniers (TMS ou MCO), il est possible que les eaux émergent en surface, comme à l'entrée des descenderies ou des travers-bancs ou encore à l'emplacement de certains ouvrages de liaison fond-jour (puits, montages). Durant leur parcours souterrain, ces eaux peuvent en effet se charger au contact des minéralisations encore présentes dans l'encaissant granitique.
- Les eaux météoriques peuvent également se charger par lixiviation des métaux contenus dans les stériles miniers et les résidus de traitement, lorsque ces eaux percolent à travers ces derniers. Elles peuvent aussi être marquées par entraînement de particules en suspension sur lesquelles sont adsorbés des éléments toxiques.

Pour les sites des Deux-Sèvres, les possibilités de marquage du vecteur eau sont résumées dans le tableau suivant :

Sites	Possibilités de marquage du vecteur eau
La Dorgissière	<ul style="list-style-type: none">– Écoulement des eaux superficielles du site vers les cours d'eaux en aval (verses remodelées)– Écoulement des eaux souterraines des TMS vers la nappe– Écoulement des eaux de la fosse vers la nappe via des fractures– Surverse éventuelle du plan d'eau– Pompage des eaux de la MCO à des fins d'irrigation
La Commanderie	<ul style="list-style-type: none">– Écoulement des eaux superficielles du site vers les cours d'eaux en aval (verses remodelées)– Écoulement des eaux souterraines des TMS vers la nappe– Écoulement des eaux de la fosse vers la nappe via des fractures– Surverse éventuelle du plan d'eau– Pompage des eaux de la MCO à des fins d'irrigation
La Roche Pied Rôti	<ul style="list-style-type: none">– Écoulement des eaux superficielles du site vers les cours d'eaux en aval (verses remodelées)– Écoulement des eaux de la fosse vers la nappe via des fractures– Surverse éventuelle du plan d'eau– Pompage des eaux de la MCO à des fins d'irrigation
La Chapelle Largeau	<ul style="list-style-type: none">– Écoulement des eaux superficielles du site vers les cours d'eaux en aval (verse remodelée et MCO remblayée)– Percolation des eaux météoriques de la MCO remblayée et infiltrations dans la nappe– Écoulement des eaux souterraines des TMS vers la nappe– Écoulement des eaux souterraines des TMS vers les cours d'eaux en aval

Voies de contamination des sédiments

Lorsque certains exutoires présentent des débits moyens relativement élevés (plusieurs dizaines de m³/h), ils peuvent conduire à des flux de radioéléments importants susceptibles d'engendrer des marquages dans l'environnement, notamment liés à l'accumulation de ces radionucléides dans le compartiment sédimentaire. Ils sont associés à la fraction fine des sédiments et le marquage peut être d'autant plus important que le régime hydrodynamique est favorable au dépôt. De ce fait, les retenues constituent des zones d'accumulation privilégiées des particules marquées.

Les processus conduisant à la mise en place de ce marquage peuvent avoir deux origines :

- Le traitement des eaux, basé sur l'insolubilisation physico-chimique des radioéléments, peut laisser échapper une partie des particules formées qui sont ainsi restituées au milieu et sont susceptibles de décanter lorsque le régime hydrodynamique est favorable.
- Les radioéléments contenus dans les eaux minières (exutoires miniers, versés à stériles), qui sont à large dominante sous forme soluble, peuvent s'adsorber (puis à désorber pour se réadsorber) sur les particules d'argile et de matière organique naturellement présentes dans le cours d'eau. Ces particules, servant de matrice aux radioéléments (préférentiellement l'uranium), vont décanter selon un processus classique de sédimentation dans les plans d'eau.

L'absence de station de traitement pour les sites miniers des Deux-Sèvres tend à favoriser cette deuxième option. Les débits faibles estimés au cours de la campagne de terrain 2012 (< 10 m³/h) semblent plaider, à priori, en faveur d'un faible impact radiologique sur ce compartiment sédimentaire.

8.1.2 Valeurs de référence « milieu naturel »

Référence « milieu naturel » EAU :

En l'absence de point zéro, il a été réalisé des prélèvements d'eau dans les cours d'eau situés en amont des sites miniers – c'est-à-dire hors influence des sites – afin d'obtenir des valeurs de références pour le milieu naturel.

L'emplacement des points de prélèvements figure en Annexe 3. Les résultats d'analyses sont présentés dans le tableau suivant :

Points de prélèvement	Année	Localisation	U ₂₃₈ soluble	Ra ₂₂₆ soluble
RULAM	Moyenne 2002 – 2003	Ruisseau Saint Lambert Hors influence du site de la Dorgissière	<50 µg/l	<0,02 Bq/l
DOR RUB	2012	Ruisseau en amont de la MCO Dorgissière	< 1 µg/l	< 0,02 Bq/l
RUCDR A	Moyenne 2009 – 2011	Ruisseau de la Commanderie en amont du site de la Commanderie	25 µg/l	0,17 Bq/l
RUCDR O	Moyenne 2009 – 2011	Canal d'alimentation de la MCO de la Commanderie	21 µg/l	0,08 Bq/l
RUDIG A	Moyenne 2009 – 2011	Ruisseau de la Boisdrotière en amont du site de la Commanderie	10 µg/l	< 0,05
CHL PIPAUD	Moyenne 2009 – 2011	Ruisseau de la Pipaudière en amont du site de la Chapelle Largeau	< 3 µg/l	< 0,04Bq/l

Remarque : les cours d'eau en amont du site de la Commanderie présentent des activités radiologiques singulières pour des eaux de surface. Les teneurs généralement mesurées sont en deçà de 5 µg/l et U soluble et 0,10 Bq/l en Ra226 soluble.

Références « milieu naturel » SÉDIMENTS :

En l'absence de point zéro, l'IRSN propose dans sa tierce expertise [9] des valeurs de références pour le milieu naturel pour la Division Minière de la Crouzille (Haute-Vienne) :

- U₂₃₈ compris entre 180 et 1100 Bq/kg de matière sèche,
- Ra₂₂₆ compris entre 150 et 800 Bq/kg de matière sèche.

8.1.3 Analyse par bassin versant de l'impact réel sur le milieu aquatique

Compte tenu du manque d'informations sur certains sites miniers, une campagne de prélèvements (eau et sédiments) a été réalisée en 2012, principalement sur les cours d'eau situés en aval des sites et dans les mines à ciel ouvert aménagées en plan d'eau. L'emplacement des points de prélèvements est présenté sur les cartes IGN figurant en Annexe 3.

Le synoptique de la Figure 2 présente les rejets successifs, potentiels ou avérés, dans les différents cours d'eau récepteurs du fait des anciens sites réaménagés.

Les sites sont présentés de l'amont vers l'aval hydraulique des cours d'eau principaux à savoir : la Sèvre Nantaise et l'Ouin.

BASSIN VERSANT DE LA SÈVRE NANTAISE

- SITE DE LA DORGISSIÈRE (Figure 5)

Le site de la Dorgissière a fait l'objet de travaux miniers souterrains et d'une mine à ciel ouvert. Cette dernière est actuellement en eau.

Un ruisseau prend sa source à 250 m à l'Ouest du site, alimente deux étangs et se jette dans le ruisseau de l'Aumônerie, affluent de la Sèvre Nantaise.

Un prélèvement d'eau est réalisé annuellement dans le plan d'eau (DOR O). Il présente des teneurs moyennes de 16 µg/l - soit 0,20 Bq/l - en uranium soluble et de 0,06 Bq/l en radium 226 soluble, soit un léger marquage en uranium soluble.

Dans le cadre du bilan environnemental, un second prélèvement a été réalisé dans le ruisseau en aval du site. Les teneurs en uranium soluble (17 µg/l soit 0,21Bq/l) et en radium 226 soluble (< 0,02 Bq/l) sont du même ordre de grandeur que celles mesurées dans les eaux de la MCO.

Il est à noter qu'aucune surverse n'a été constatée lors de ce prélèvement. Ce léger marquage n'est donc pas directement lié à un rejet du site et peut être dû au contexte géologique local.

- SITE DE LA COMMANDERIE (FIGURE 6)

Le site de la Commanderie a fait l'objet de travaux miniers souterrains et d'une mine à ciel ouvert. Cette dernière a été réaménagée en plan d'eau et est actuellement utilisée comme réserve pour l'irrigation.

Le ruisseau de la Commanderie a été détourné et alimente la mine à ciel ouvert.

Le ruisseau de la Fillée, qui prend sa source à l'Ouest du village de la Fillée, s'écoule à 500 m au NW de la MCO et se jette dans la rivière Sèvre Nantaise.

Un prélèvement est réalisé trimestriellement dans la mine à ciel ouvert (prélèvement CDR O). Les teneurs relevées en uranium soluble (45 µg/l soit 0,55 Bq/l) et en radium 226 soluble (0,16 Bq/l) traduisent un léger marquage.

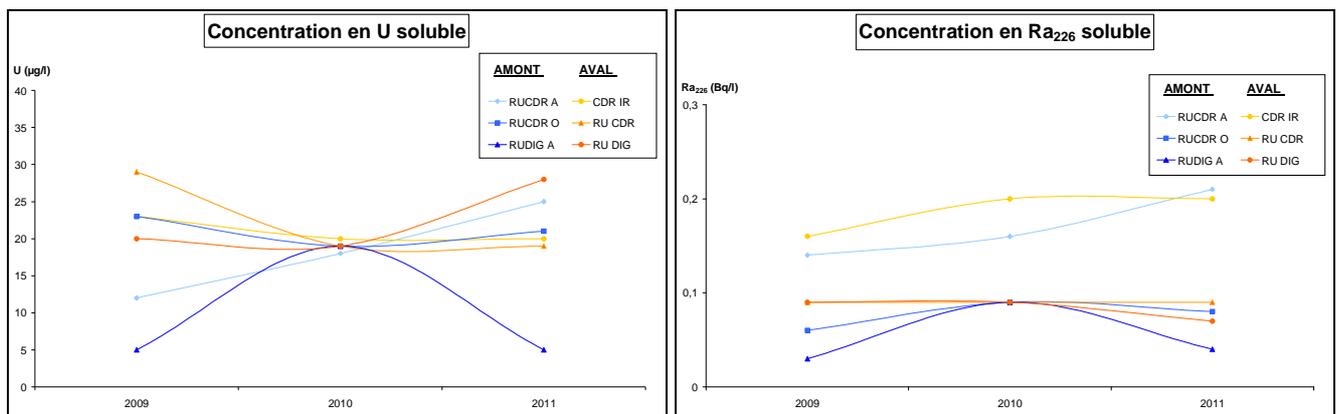
Des prélèvements ont été réalisés en 2007 puis depuis 2009 sur l'émergence située en pied de vers. Les teneurs moyennes mesurées sont de 233 µg/l – soit 2,87 Bq/l – en uranium soluble et 1,20 Bq/l en radium 226 soluble. L'influence de cette émergence est à pondérer du fait de son caractère intermittent (débit faible en période hivernale (< 80 l/h), et inexistant en période d'étiage).

Les prélèvements réalisés dans le ruisseau de la Boisdroitière (prélèvement RUDIG), situé en aval, présentent des teneurs en uranium soluble (26 µg/l soit 0,32 Bq/l) et en radium 226 soluble (0,11 Bq/l) du même ordre de grandeur que le milieu naturel local.

Les teneurs mesurées dans le ruisseau de la Commanderie (prélèvement RU CDR) en uranium soluble (22 µg/l soit 0,27 Bq/l) et en radium 226 soluble (0,09 Bq/l) sont également du même ordre de grandeur que celles mesurées en amont du site.

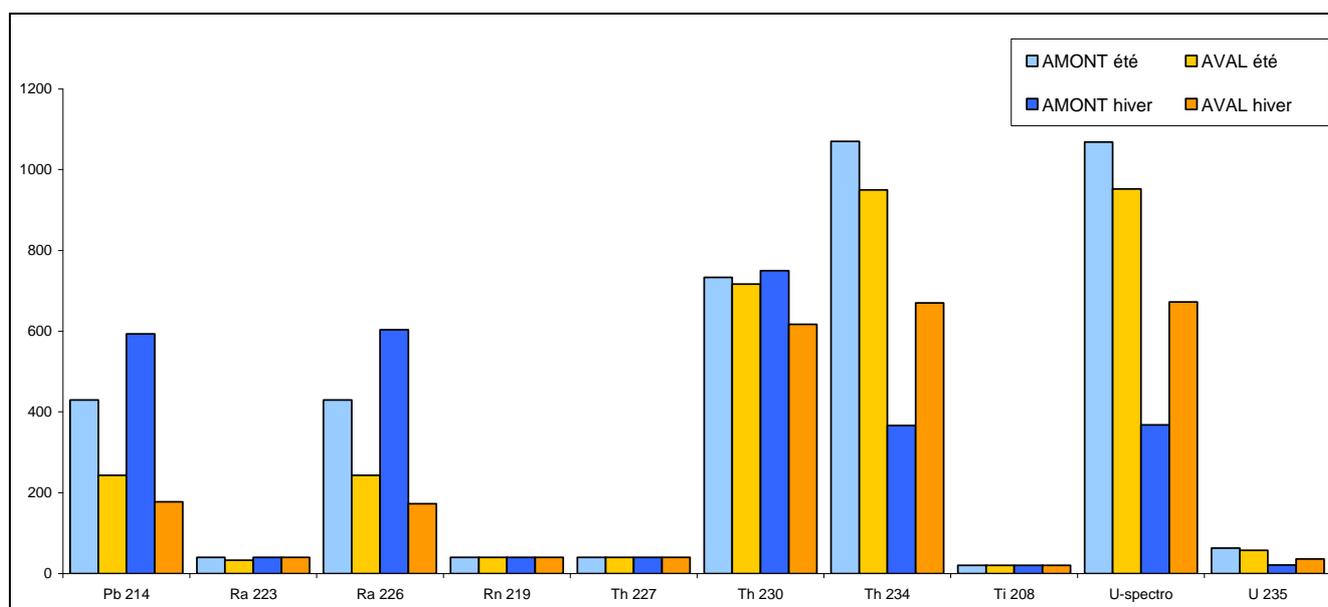
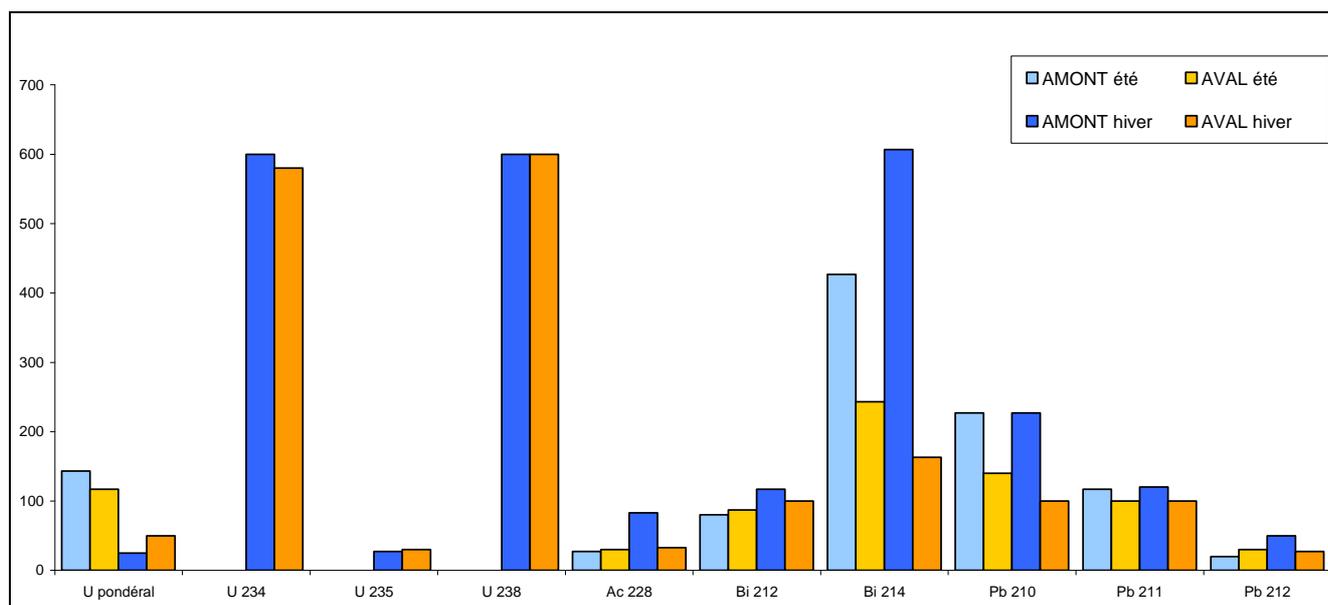
La mine à ciel ouvert est aujourd'hui utilisée comme réserve d'eau pour l'irrigation. Les teneurs mesurées sur les eaux prélevées à cet effet (CDR IR) présentent des teneurs moyennes de 26 µg/l – soit 0,32 Bq/l – en uranium soluble et de 0,17 Bq/l en radium 226 soluble. Ces teneurs sont du même ordre de grandeur que celles mesurées dans le milieu naturel local.

Les graphiques suivants représentent l'évolution durant les 3 dernières années des paramètres U soluble et Ra226 soluble, pour l'amont et l'aval du site, ainsi que pour les eaux prélevées pour l'irrigation.



Des prélèvements de sédiments sont également réalisés depuis 2009, en amont dans le ruisseau de la Commanderie et en aval du site dans le ruisseau de la Boisdroitière, en période de hautes eaux et d'étiages.

La comparaison des moyennes des résultats obtenus figure sur les graphes ci-après.



Les activités massiques mesurées sont relativement faibles, voire inférieures à la limite de détection pour 43 % des valeurs.

Elles sont cependant plus élevées en amont qu'en aval, notamment pour les radioéléments suivants : Bi 214, Pb 210 et 214, et Ra 226.

Cette constatation demande à être confirmée par un second point de prélèvement plus en amont du site (cf. paragraphe **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** - **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

BASSIN VERSANT DE L'OUIN

- SITE DE LA ROCHE PIED RÔTI (FIGURE 7)

Le site de la Roche Pied Rôti a uniquement fait l'objet d'une exploitation par mine à ciel ouvert.

La fosse est actuellement en eau et est utilisée comme réserve pour l'irrigation.

Un prélèvement est réalisé annuellement dans la MCO depuis 2006 (RPR O). Les teneurs mesurées en moyenne en uranium soluble (7 µg/l soit 0,09 Bq/l) et en radium 226 soluble (< 0,04 Bq/l) traduisent un très léger marquage en uranium soluble.

Un prélèvement a été réalisé, dans le cadre du présent bilan, dans le ruisseau en aval du site (RPR RUB). Les teneurs mesurées sont de 2,7 µg/l – soit 0,03 Bq/l – en uranium soluble, et 0,06 Bq/l en radium 226 soluble. Elles sont proches de celles mesurées dans le milieu naturel.

- SITE DE LA CHAPELLE LARGEAU (FIGURE 8)

Le site de la Chapelle Largeau a fait l'objet de travaux miniers souterrains et d'une mine à ciel ouvert.

La mine à ciel ouvert a été utilisée comme décharge par la commune de la Chapelle Largeau. Cette décharge, aujourd'hui fermée, accueillait, entre autres, des déchets ménagers et des déchets d'équipements électriques et électroniques.

Par ailleurs, les chantiers des travaux souterrains ont été remblayés avec des stériles, des sables cyclonés et des produits provenant de l'exploitation de la mine d'or de la Bellière à Saint-Pierre-Monlismart (79).

Un ruisseau prend sa source à l'étang de la Roche Authé. Il alimente deux plans d'eau, situés à 200 m à l'Est du site. Il se jette ensuite dans l'Ouin.

Le plan d'eau situé à l'Est du site, et alimenté par un ruisseau et les eaux d'exhaure des travaux miniers souterrains, fait l'objet d'un suivi particulier.

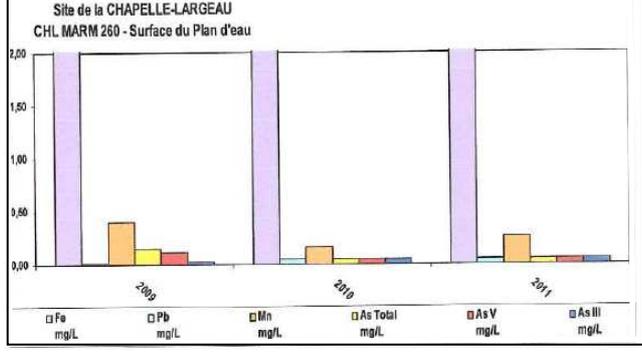
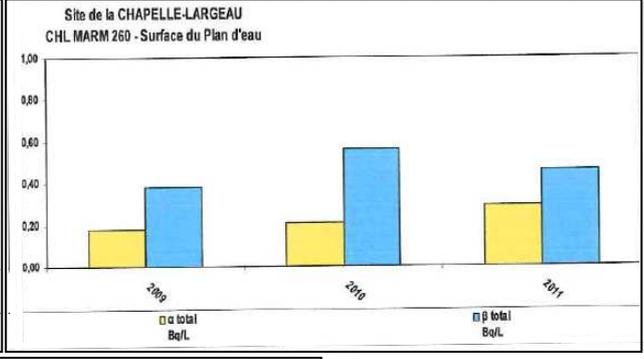
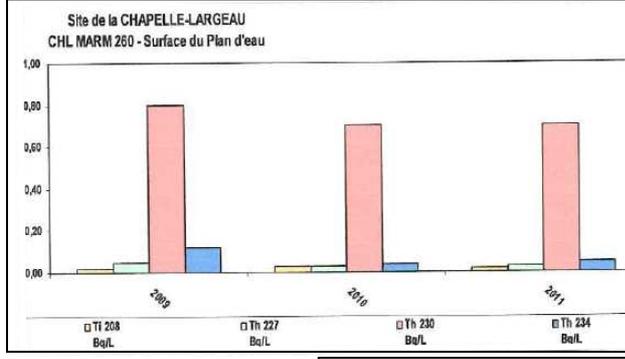
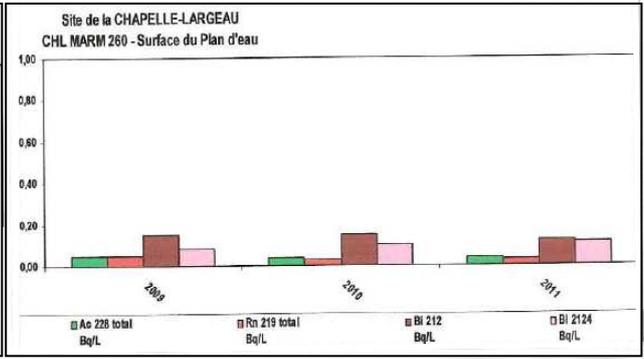
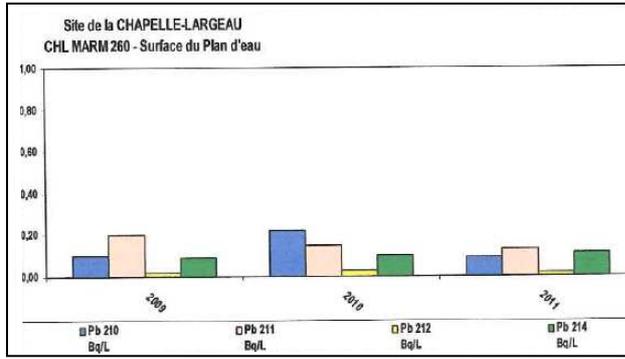
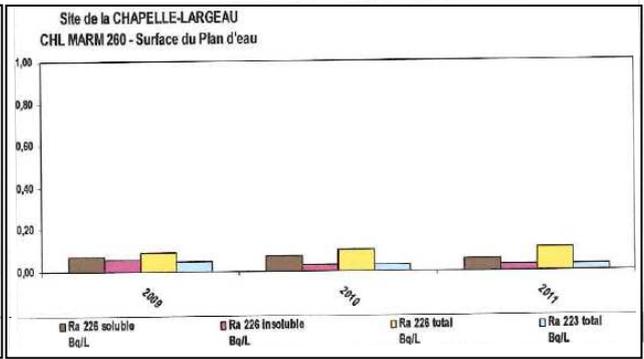
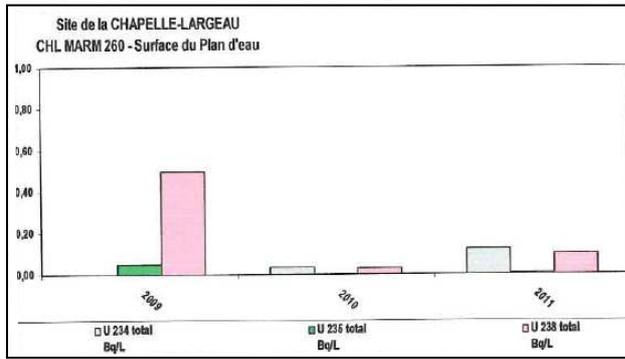
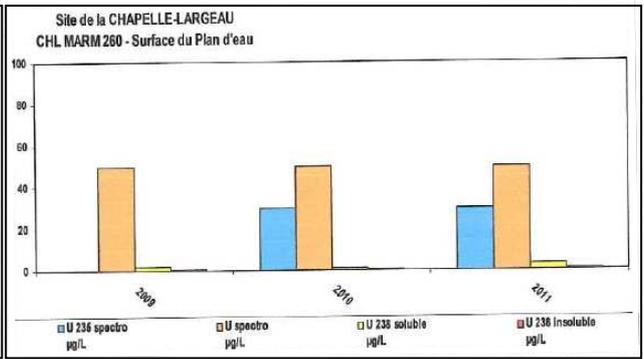
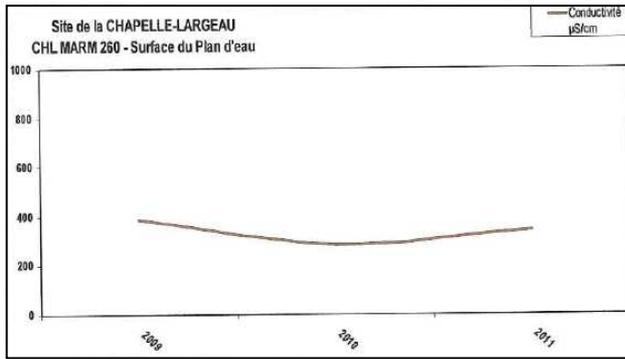
→ Suivi annuel du plan d'eau

Un suivi spécifique du plan d'eau est réalisé annuellement, en particulier afin d'évaluer les écarts de qualité entre la surface et le fond.

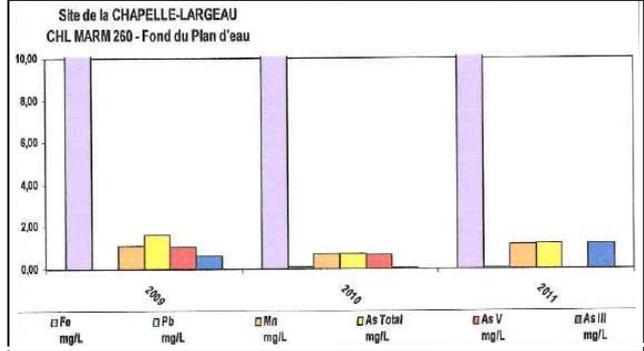
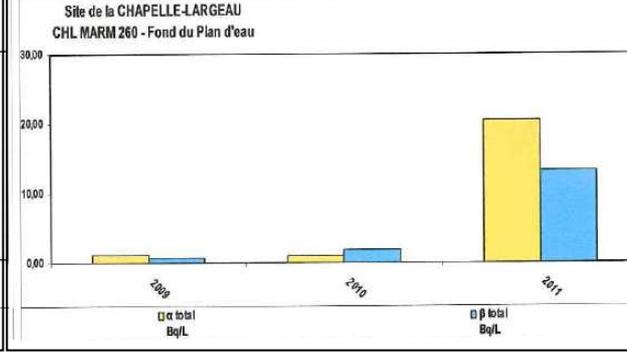
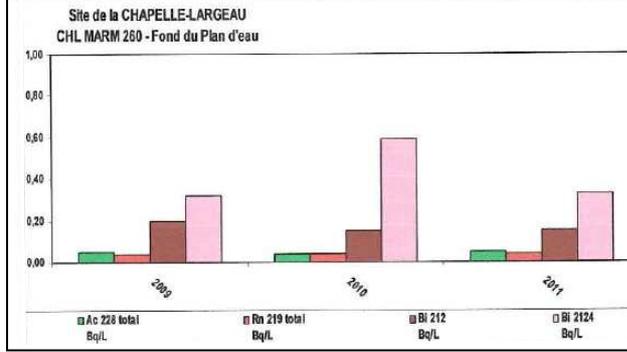
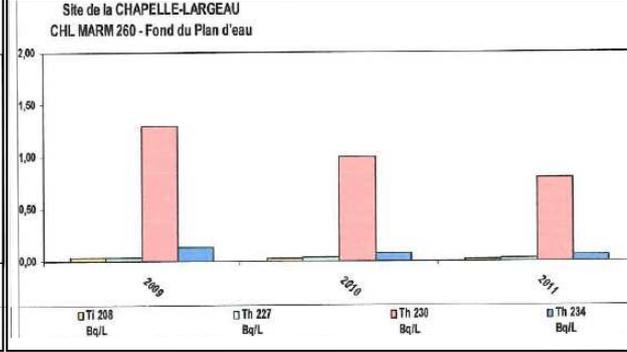
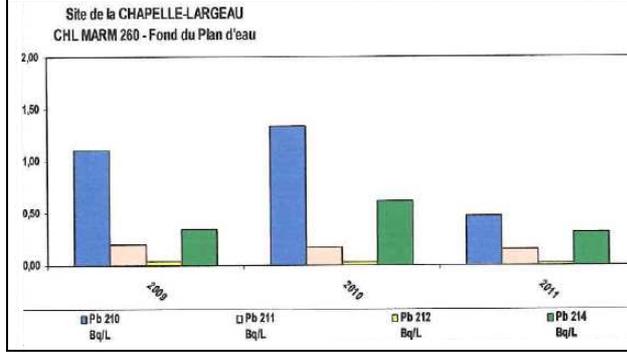
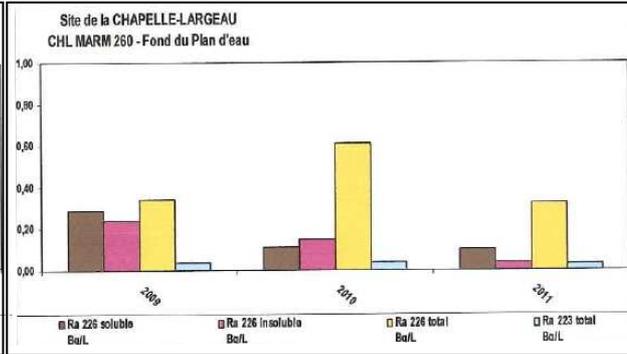
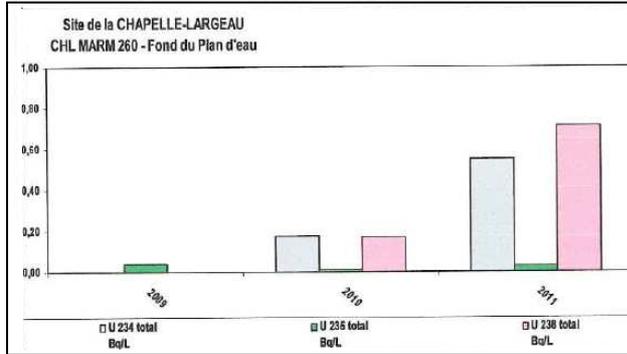
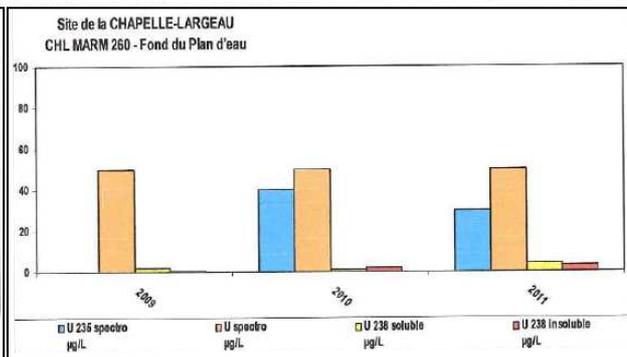
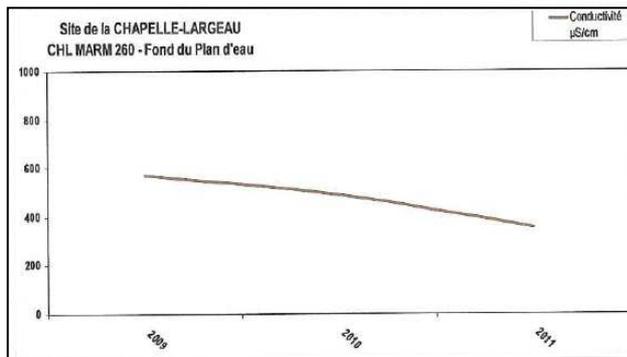
Les teneurs mesurées permettent de constater une relative stabilité sur les 3 dernières années. Les concentrations les plus élevées sont constatées dans le fond du plan d'eau.

Il est possible de constater également :

- En surface :
 - une baisse de l'activité volumique en uranium 238 et des concentrations en métaux (fer, plomb, manganèse et arsenic),
 - une augmentation de l'activité volumique alpha total ;
- En profondeur :
 - une baisse de l'activité volumique en radium 226 et des concentrations en métaux (fer, plomb, manganèse et arsenic),
 - une augmentation de l'activité volumique alpha et bêta totaux, ainsi que des radionucléides de la chaîne de l'uranium 238.



Figures extraites du bilan annuel 2011 du site de la Chapelle Largeau
Juin 2012
DAM – AREVA Mines



Figures extraites du bilan annuel 2011 du site de la Chapelle Largeau
Juin 2012
DAM – AREVA Mines

→ Suivi mensuel de l'environnement

Les eaux en aval immédiat du plan d'eau (CHL REGB) présentent des teneurs :

- en uranium soluble en moyenne inférieures à 4 µg/l – soit < 0,050 Bq/l – et insoluble inférieure à 0,8 µg/l – soit < 0,01 Bq/l ;
- en radium 226 soluble de 0,13 Bq/l et insoluble de 0,23 Bq/l.

Ces teneurs traduisent un léger marquage en radium 226.

Les concentrations en métaux augmentent entre l'amont et l'aval, d'un facteur 1,1 pour le plomb, et 1,6 pour l'arsenic.

Ces augmentations sont essentiellement liées à l'influence :

- des travaux miniers souterrains pour les radioéléments,
- des déchets ménagers pour les paramètres métalliques.

Les eaux en aval lointain du plan d'eau (RUNIVETTE) présentent des teneurs :

- en uranium soluble en moyenne inférieures à 2 µg/l – soit < 0,02 Bq/l – et insoluble inférieure à 0,8 µg/l – soit < 0,01 Bq/l ;
- en radium 226 soluble de 0,05 Bq/l et insoluble inférieure à 0,05 Bq/l.

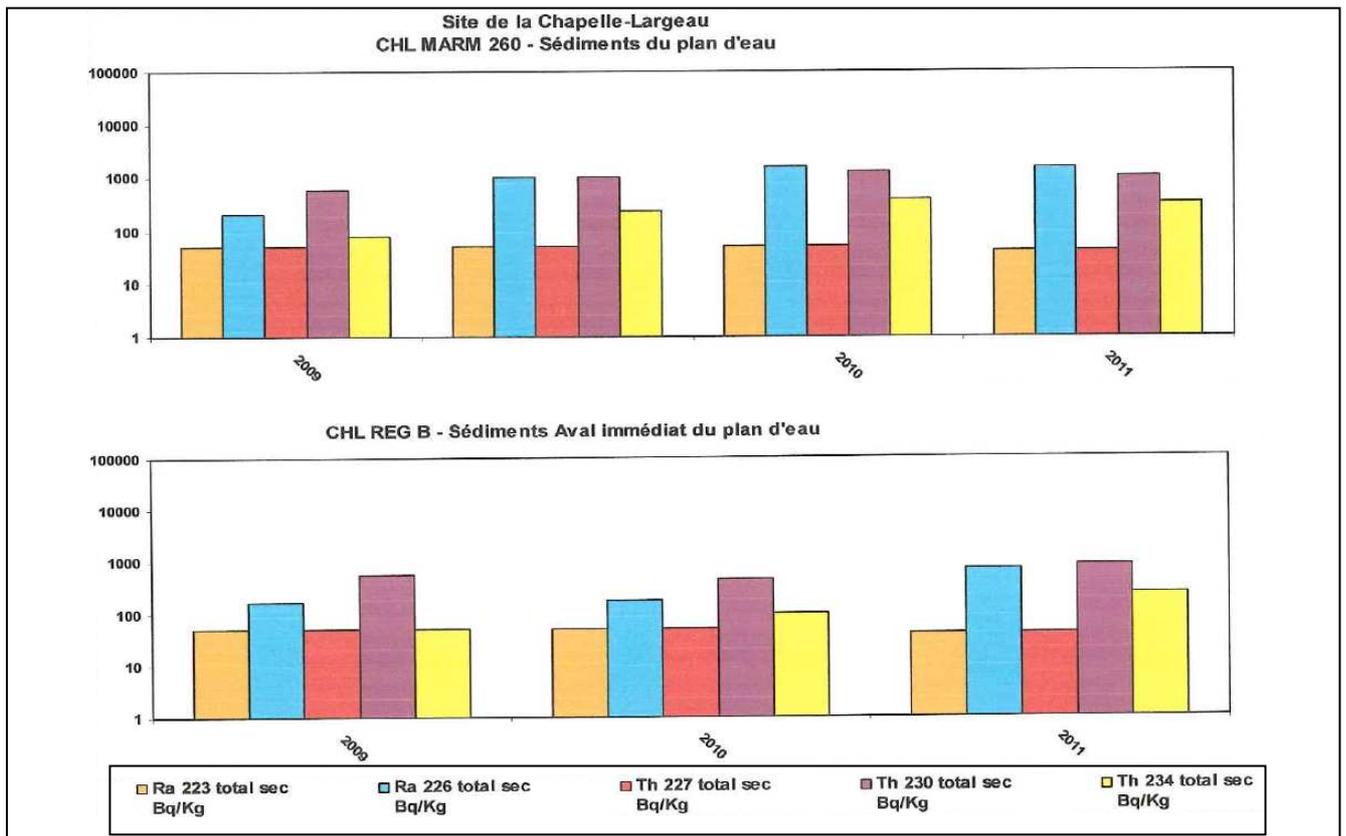
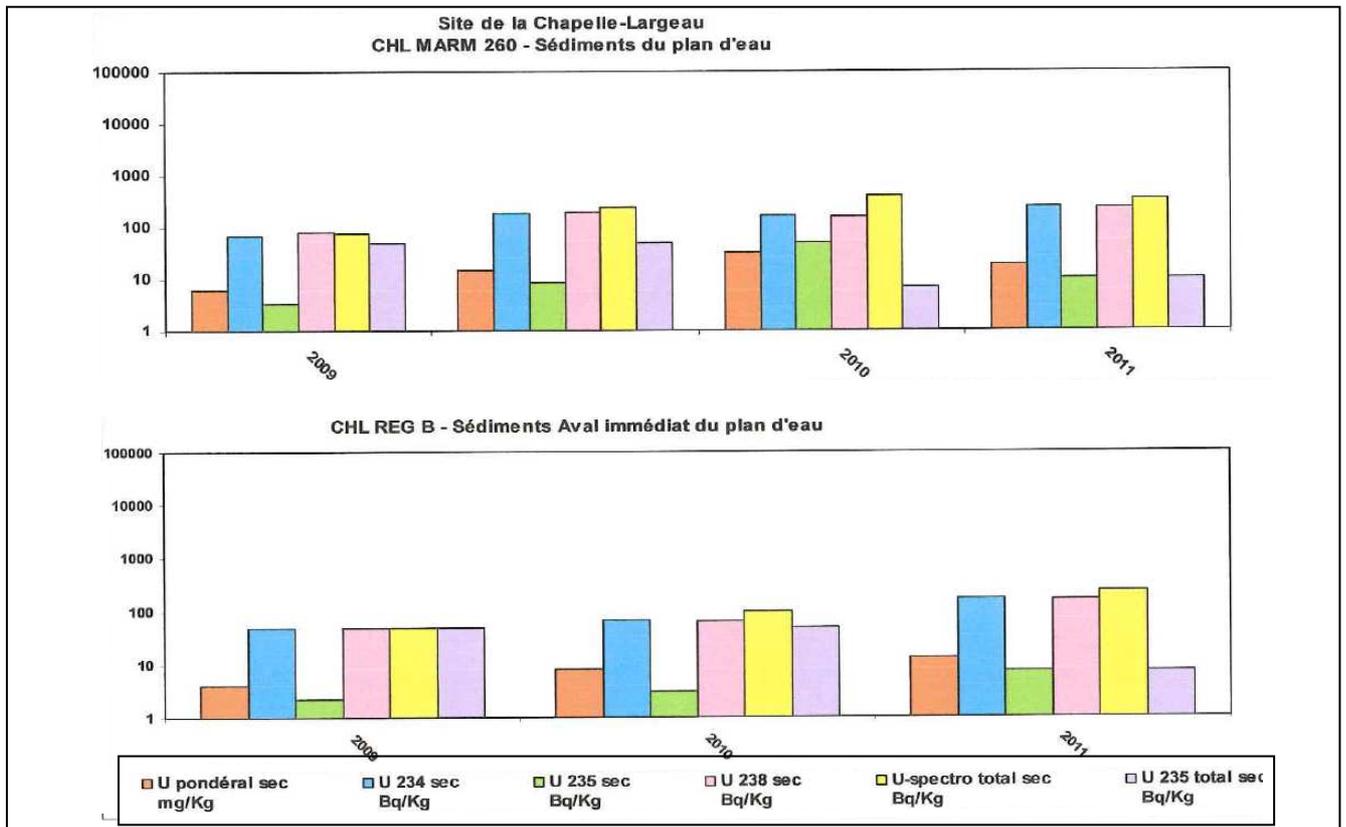
La qualité radiologique de ces eaux est donc du même ordre de grandeur que celles du milieu naturel.

De même, les concentrations en métaux sont du même ordre de grandeur entre l'amont et l'aval du site.

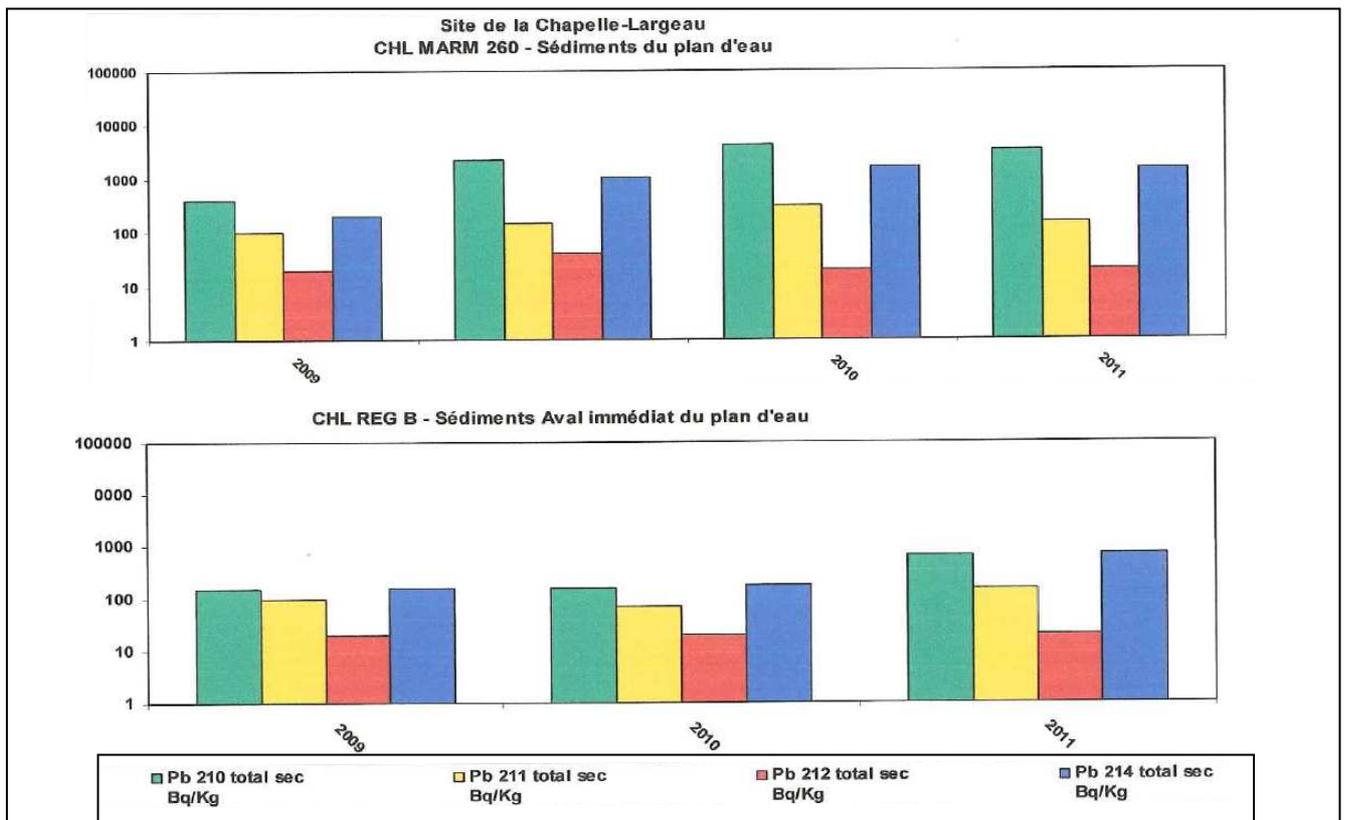
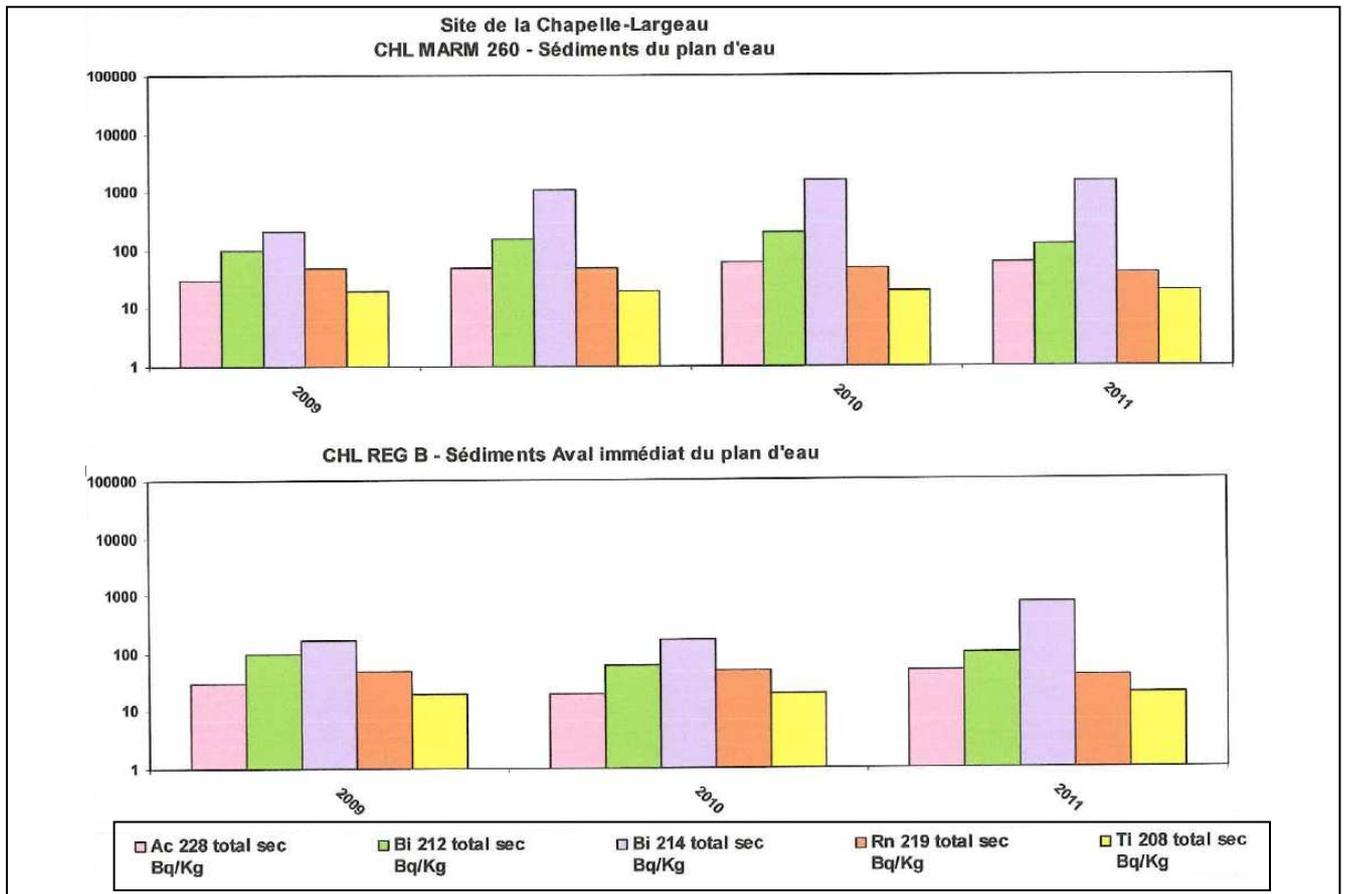
Ainsi, l'influence du site sur l'ensemble des paramètres mesurés est géographiquement limitée.

Des prélèvements de sédiments sont également réalisés au niveau du plan d'eau et en aval immédiat de ce dernier.

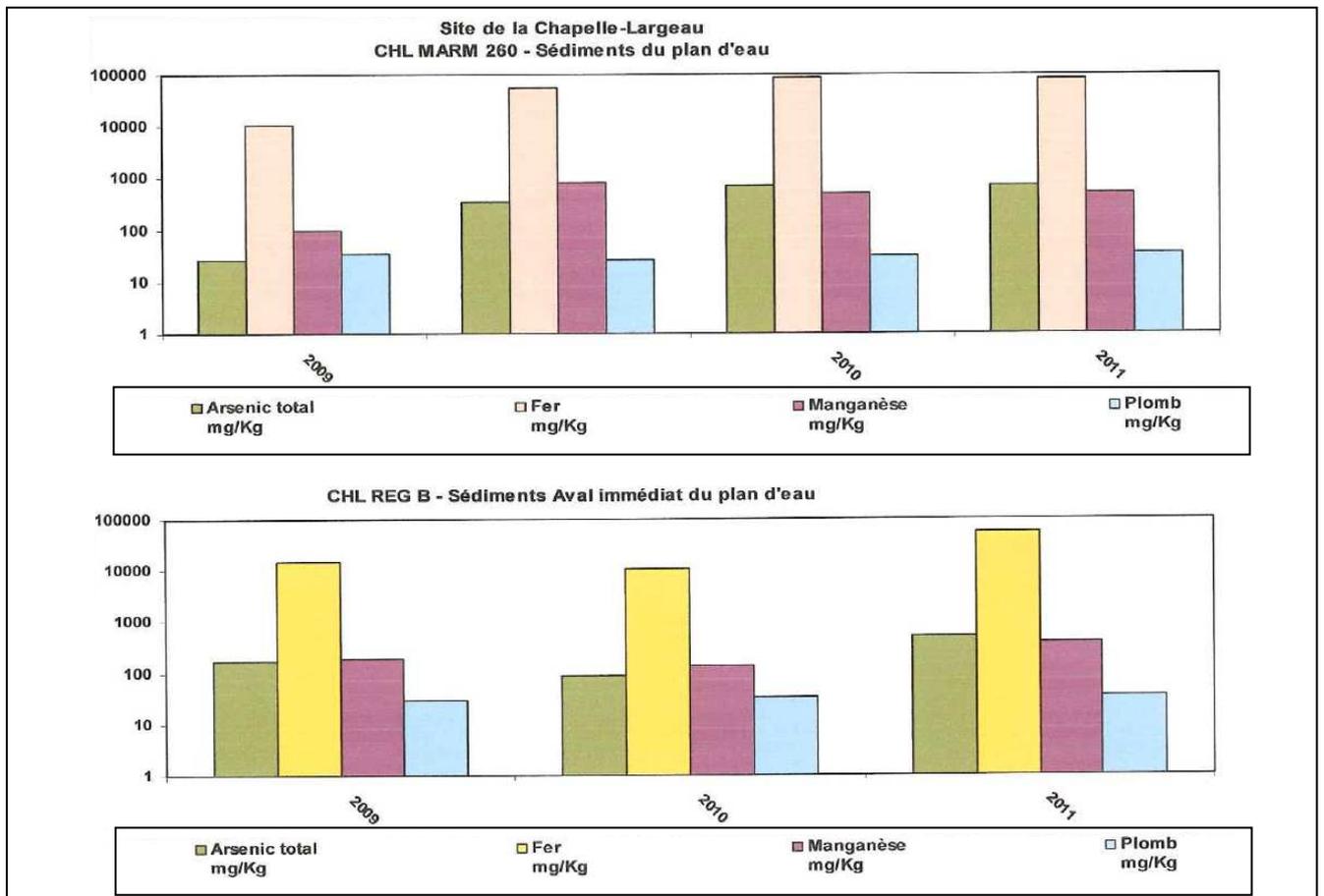
Les graphes suivants représentent les teneurs et concentrations mesurées depuis 2009.



Figures extraites du bilan annuel 2011 du site de la Chapelle Largeau
Juin 2012
DAM – AREVA Mines



Figures extraites du bilan annuel 2011 du site de la Chapelle Largeau
Juin 2012
DAM – AREVA Mines



Figures extraites du bilan annuel 2011 du site de la Chapelle Largeau
Juin 2012
DAM – AREVA Mines

Aucun marquage radiologique n'a été observé dans les sédiments du plan d'eau et en aval immédiat. Au niveau du plan d'eau, les concentrations mesurées sont du même ordre de grandeur en 2010 et 2011, tandis qu'en aval immédiat, une augmentation des paramètres mesurés a été constatée.

8.1.4 Bilan sur le milieu aquatique

Le contrôle des eaux réalisé dans le cadre de la surveillance régulière et au cours des visites de terrains de 2012 a porté sur des prélèvements effectués :

- au niveau des mines à ciel ouvert en eau (la Dorgissière, la Commanderie et la Roche Pied Rôti),
- au niveau des rejets identifiés (la Commanderie),

- au niveau des ruisseaux (ou plans d'eau) récepteurs du rejet,
- au niveau des ruisseaux potentiellement impactés en aval hydraulique des sites miniers.

Les résultats sont synthétisés dans le tableau suivant :

Sites	Amont / hors influence	MCO	Émergence / Rejet	Cours d'eau récepteur
La Dorgissière	< 50 < 0,02	16 0,06	-	17 < 0,02
	< 1 < 0,02			
La Commanderie	10 < 0,05	45 0,16	233 1,20 (verse) 26 0,17 (irrigation)	26 0,11
	25 0,17			22 0,09
	21 0,08			
La Roche Pied Rôti		7 < 0,04	-	2,7 0 06
La Chapelle Largeau	< 3 < 0,04	-	-	< 2 0,07 (surface)*
				2 0,17 (fond)*
				< 4 0,13
				< 2 0,05

* : plan d'eau

En vert : U soluble en µg/l

En noir : Ra₂₂₆ soluble en Bq/l

En résumé, on peut dire que :

- Les eaux des mines à ciel ouvert présentent un léger marquage :
 - en uranium et radium 226 solubles à la Commanderie (respectivement 45 µg/l et 0,16 Bq/l).
 - en uranium soluble à la Dorgissière (16 µg/l) et à la Roche Pied Rôti (7 µg/l)

Ces légers marquages sont liés entre autres au faible renouvellement des eaux des plans d'eau ;

- Les eaux de l'émergence située en pied de verse sur le site de la Commanderie sont marquées en uranium et radium 226 solubles (respectivement 233 µg/l et 2,87 Bq/l). Cependant, l'impact de ces eaux est très limité, du fait du caractère intermittent de cet écoulement ;
- Les sites n'ont pas d'impact radiologique sur les cours d'eau en aval hydraulique, à l'exception :
 - Du ruisseau en aval de la Dorgissière, malgré l'absence de rejet (surverse) au moment du prélèvement. Ce marquage semblerait lié au contexte géologique local ;
 - Du ruisseau en aval immédiat du plan d'eau récepteur des eaux du site de la Chapelle Largeau. Cet impact est géographiquement très limité (absence d'impact à 400 m en aval du plan d'eau) ;

- Un impact sur les concentrations en métaux est constaté sur le plan d'eau et le ruisseau en aval immédiat du site de la Chapelle Largeau. Cet impact est à mettre en lien avec l'utilisation du site après sa fermeture. En effet, la fosse de la mine à ciel ouvert a été utilisée comme décharge par la municipalité. Ont été stockés, entre autres, des déchets ménagers et des déchets d'équipements électriques et électroniques. De plus, les chantiers des travaux souterrains ont été remblayés avec des stériles, des sables cyclonés et des produits provenant de l'exploitation de la mine d'or de la Bellière à Saint-Pierre-Monlismart (79).

8.2 IMPACT SUR LE VECTEUR AIR

8.2.1 Voies de contamination de l'air

Les voies d'exposition du vecteur air concernent :

- Le rayonnement gamma (exposition externe) produit par des radioéléments présents naturellement dans le sol ou amplifié du fait de la mise à jour de produits résultant de l'activité minière (stériles, minerais,..) ou industrielle (résidus de traitement).
- L'exposition interne par inhalation du radon 220 et 222, gaz radioactif naturel produit par désintégration du radium 226 (présent naturellement dans le granite et en plus grande quantité dans le minerai ou les résidus de traitement).
- L'exposition interne par inhalation de poussières radioactives en suspension dans l'air.

8.2.2 Surveillance de la qualité radiologique de l'air

La surveillance de la qualité radiologique de l'air fait appel à un ensemble de stations de mesure implantées sur les sites et dans des villages situés dans leur environnement. Elles se composent de trois appareillages :

- Un Dosimètre Thermo-Luminescent (DTL) qui permet de déterminer le débit de dose de rayonnement gamma exprimé en nGy/h. Cet appareillage utilise des matériaux qui ont la propriété, lorsqu'ils sont soumis à un rayonnement ionisant, de piéger les électrons émis suite à l'ionisation. Lorsque l'on chauffe ces éléments irradiés, les électrons sont libérés des pièges et retournent à leur état d'origine. Ce phénomène s'accompagne d'une émission de lumière proportionnelle au nombre d'électrons libérés. Ces grains de lumière sont comptés et, comme il existe une relation simple entre ce nombre et la dose de radioactivité absorbée, les algorithmes du lecteur calculent cette dernière valeur.
- Un dosimètre mesurant les Énergies Alpha-Potentielles (EAP) dues aux descendants à vie courte du radon 220 et du radon 222 et exprimées en nJ/m³. Le principe d'un dosimètre est le même que celui de la photographie. Les particules alpha émises par le radon heurtent le film du dosimètre. Un procédé chimique permet de révéler sur ce film les impacts. Un micro-ordinateur associé à un microscope équipé d'une caméra permet de reconnaître et de compter les traces des particules alpha du radon.
- Un dosimètre qui prélève en continu et mesure l'activité volumique des émetteurs alpha à vie longue contenus dans les poussières (mesure alpha totale à partir d'un filtre), avec un résultat exprimé en mBq/m³.

Ces appareils sont placés de manière à fournir des résultats représentatifs des niveaux de contamination moyens observés ; ils sont donc positionnés :

- dans la zone d'habitation la plus proche du site (afin de prendre en compte la population la plus exposée),
- à distance des murs pour s'affranchir de leur rayonnement propre,

- de telle sorte que la radiométrie à l'intérieur de la zone d'influence de l'appareil soit représentative de la radiométrie moyenne autour des habitations du groupe de référence (obtenue par plan compteur SPP2),
- à 1,5 m au-dessus du sol (hauteur moyenne de la bouche et du nez d'un individu adulte qui sont les voies d'entrée des substances radioactives dans l'appareil respiratoire) : exigence des normes NF M60-763 et M60-764.

Les mesures d'Énergie Alpha-Potentielle du radon 220 et du radon 222 et d'activité volumique des émetteurs alpha à vie longue contenus dans les poussières sont effectuées à partir d'analyses mensuelles.

Celles des débits de dose (DD) de rayonnement gamma sont effectuées tous les trimestres (période d'intégration de 3 mois).

8.2.3 Étude de l'aléa radon dans les Deux-Sèvres [14][15]

Afin d'orienter l'Agence Régionale de la Santé (anciennement DDASS) dans les campagnes de mesures du radon dans les habitations, le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) a réalisé une étude de l'aléa radon dans la région Poitou-Charentes.

La conclusion de l'étude figure ci-après :

*« Afin de guider les mesures de terrain des DDASS des concentrations en radon présent dans *permis d'établir des cartes de l'aléa radon par département (échelle 1/200 000).*

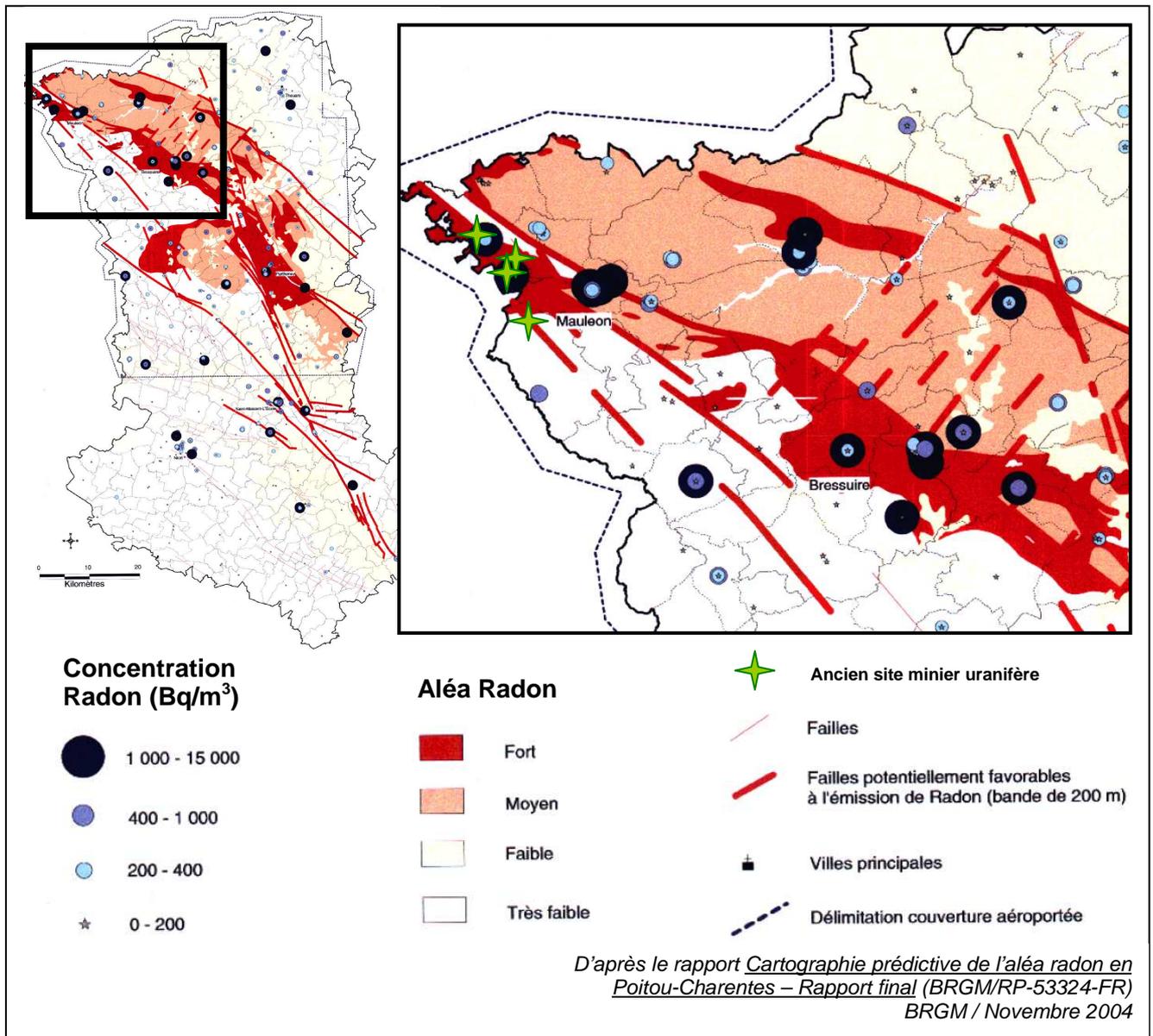
La méthodologie est en premier lieu basée sur l'exploitation des couvertures aéroportées réalisées sur le Massif Armoricaïn et le Massif Central. Cette approche a du être pondérée pour tenir compte des effets de la taille des massifs géologiques ainsi que des différences entre les campagnes aéroportées, Des différences sensibles peuvent être mises en effet en évidence entre l'échelle des valeurs côté Massif Armoricaïn et l'échelle des valeurs côté Massif Central.

Cette approche a donc été complétée par une analyse lithologique (les Faciès sablo-argileux riches en matière organique sont potentiellement plus favorables à l'émission de radon) et par l'inventaire des indices uranifères à l'intérieur de la région Poitou-Charentes comme à sa périphérie. Une analyse de la fracturation a aussi été conduite et surimposée aux formations géologiques.

Les cartographies, corrélées par des mesures de terrain, permettent de mettre en évidence les zones où l'aléa est globalement plus fort. Il s'agit des zones de socle et du seuil du Poitou, traversées par de grandes failles. La liste des communes concernées par un aléa fort ou moyen est donnée en Annexe 1.

Enfin, il convient de préciser que ces cartographies et les éléments associés sont à considérer dans les limites de l'état des connaissances. Elles sont là pour orienter les investigations de terrain. D'autres paramètres interfèrent en effet dans les concentrations mesurées, comme la configuration du bâtiment et sa bonne ventilation. »

*Cartographie prédictive de l'aléa radon en Poitou-Charentes – Rapport final
(BRGM/RP-53324-FR) BRGM / Novembre 2004*



Ainsi, l'aléa radon sur la commune de Mauléon, concernée par le présent bilan, est évalué comme naturellement fort, du fait en particulier de la présence d'une faille majeure.

Il est à noter que, si la commune de Saint-Amand-sur-Sèvre n'est pas une commune possédant un aléa fort ou moyen, le site de la Dorgissière est néanmoins situé sur une faille majeure, potentiellement favorable à l'émission de radon.

Dans son rapport de 2006 relatif aux mouvements de terrain et à l'environnement de mai 2006 [15], GEODERIS analyse le risque d'émanation de gaz, dont le radon, de la façon suivante :

« La présence de gaz* dans des anciens travaux miniers peut être le fait :

- d'une concentration en gaz dans les formations encaissantes qui se libère dans les cavités du fait de la détente des terrains liée à l'exploitation;
- de la décomposition ou de l'altération d'ouvrages, matériels ou produits qui sont restés au sein de ces travaux.

Ceci peut engendrer également un appauvrissement en oxygène dans ces travaux souterrains.

Ce gaz peut migrer vers la surface par l'intermédiaire des terrains de recouvrement lorsqu'ils sont fracturés ou par les conduits préférentiels que sont les ouvrages débouchant au jour. L'émanation à la surface peut se produire durant l'exploitation, mais également durant la phase d'ennoyage des vides après la fin des travaux, les gaz migrant vers la surface par effet piston. Après stabilisation hydrique, le risque d'émanation de gaz, pour peu que sa concentration résiduelle dans les vieux travaux soit importante, résulte essentiellement :

- du transport de gaz dissous dans les eaux profondes au contact des anciens travaux, qui peut être relargué en surface par la colonne du puits;
- de la mise en communication des vieux travaux avec l'atmosphère extérieure (débouillage de puits, réalisation d'ouvrages atteignant ces travaux).

Dans le cas présent [ie. à proximité des sites miniers uranifères deux-sévriens], le gisement est très faiblement producteur de gaz (éventuellement CO₂ ou CO, absence de méthane car gisement non houiller). Il subsiste très peu de travaux ou de parties d'ouvrages non ennoyées.

On peut donc considérer que le risque lié à l'émanation en surface de gaz (CO, CO₂, CH₄, H₂S) est de niveau nul à négligeable.

Pour ce qui concerne le radon, on ne dispose d'aucune mesure réalisée spécifiquement dans les différents travaux miniers souterrains. Cependant, compte-tenu de la nature des roches, on peut supposer que les concentrations en radon sont élevées dans les galeries. Ceci nous conduit, sur la base du guide méthodologique pour l'élaboration des plans de prévention des risques miniers (rapport INERIS DRS-04-51198/R01 Projet), à cartographier, au **droit des travaux miniers les plus proches de la surface (moins de 50 m), un aléa de niveau moyen pour l'émanation de radon résultant des travaux miniers.**

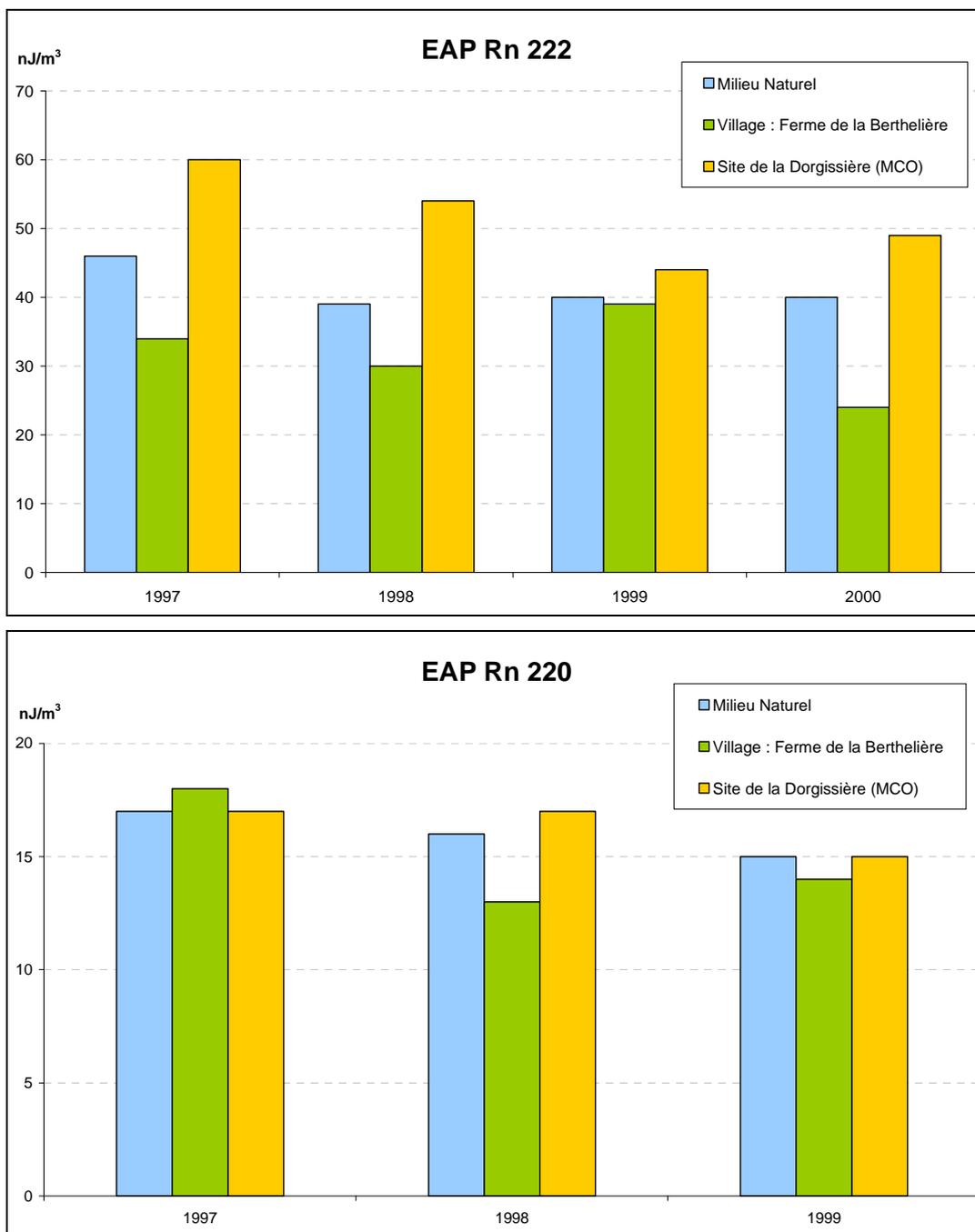
Néanmoins, on ne peut dissocier cette évaluation du contexte régional. Une étude régionale a été réalisée en 2004 par le BRGM (rapport BRGMIRP53324-FR : cartographie prédictive de l'aléa radon en Poitou-Charentes [voir paragraphes précédents]). [...] **tous les sites exploités sont situés dans une zone en aléa fort d'origine naturelle.**

* On considère généralement sous le terme de gaz de mine : le méthane, le monoxyde et dioxyde de carbone et le sulfure d'hydrogène »

8.2.4 Résultats de la surveillance de la qualité de l'air

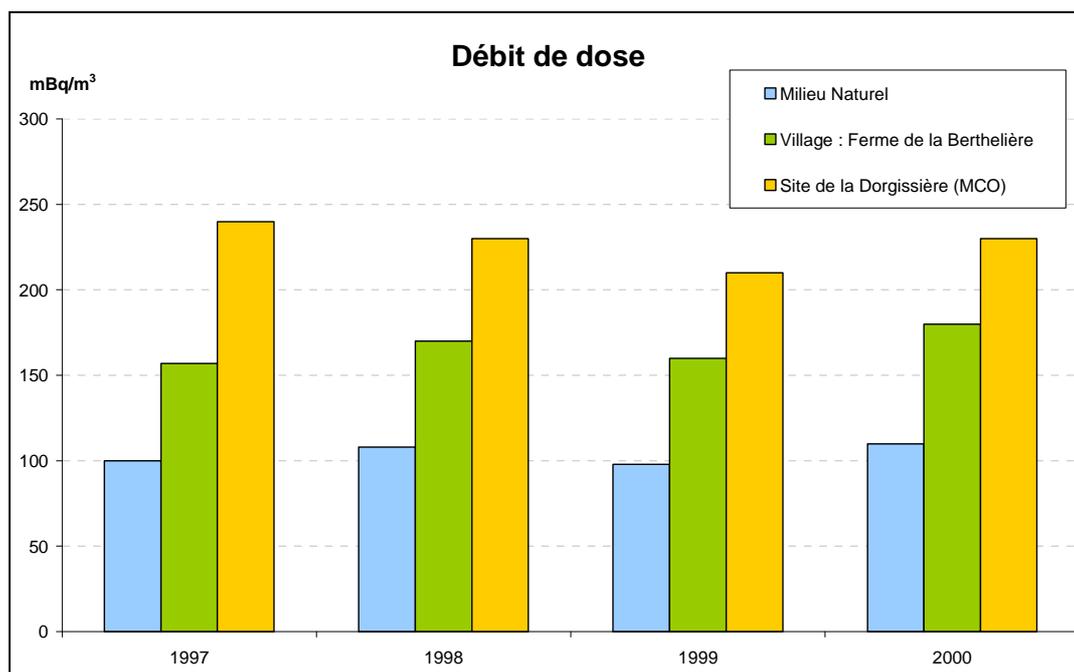
8.2.4.1 Site de la Dorgissière (Figure 9)

Le site de la Dorgissière a fait l'objet d'une surveillance du vecteur AIR de 1997 à 2000. Les résultats figurent sur les histogrammes ci-après.



Les énergies alpha-potentielles des radons 222 et 220 dans l'air sont légèrement supérieures dans l'emprise de la mine à ciel ouvert par rapport au milieu naturel respectivement d'un facteur 1,2 et 1,1.

Les valeurs en radon 220 relevées dans la ferme de la Berthelière sont du même ordre de grandeur que le milieu naturel, tandis que les énergies alpha-potentielles en radon 222 sont inférieures en moyenne d'un facteur 0,8.



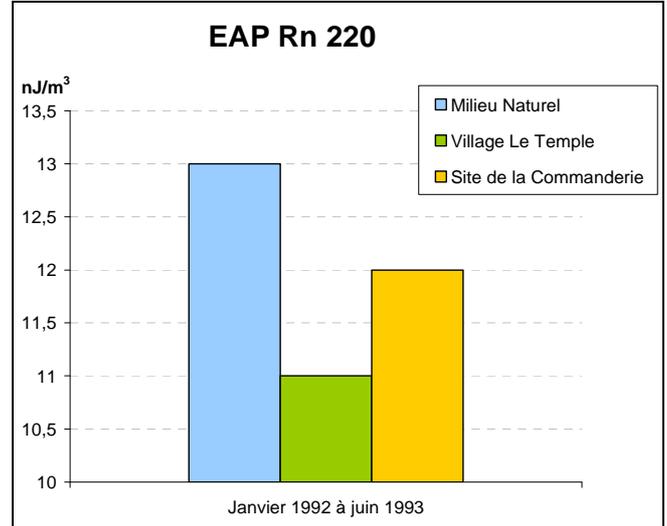
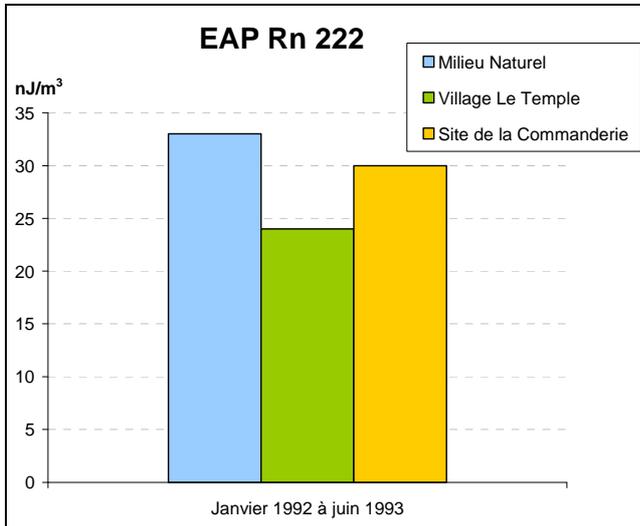
Le débit de dose moyen relevé sur le site de la Dorgissière est deux fois plus élevé que dans le milieu naturel. Celui mesuré dans la ferme de la Berthelière est également plus élevé que dans le milieu naturel, et ce d'un facteur 1,6.

Les activités alpha volumiques des émetteurs à vie longue présents dans les poussières en suspension dans l'air sont inférieures aux limites de détection sur toutes les stations et pour toutes les années ($< 1 \text{ mBq/m}^3$).

L'influence du vecteur air sur les populations est décrite au paragraphe 9.5.1.

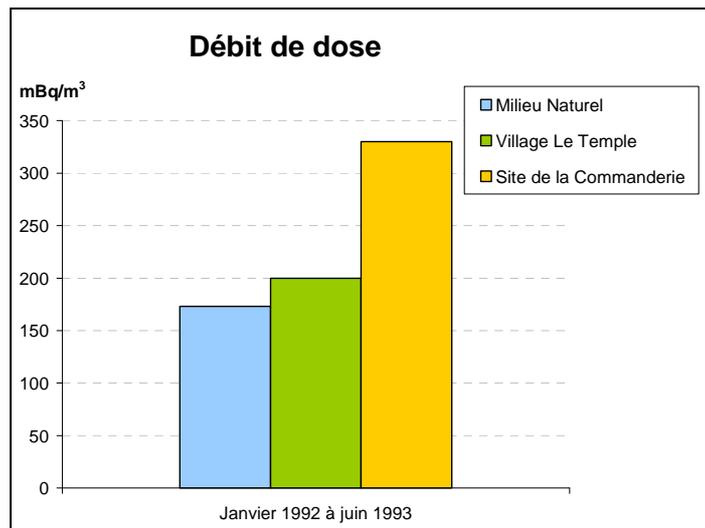
8.2.4.2 Site de la Commanderie (Figure 10)

Le site de la Commanderie a fait l'objet d'une surveillance du vecteur AIR de janvier 1992 à juin 1993. Les résultats figurent sur les histogrammes ci-après.



Les énergies alpha-potentielle des radons 222 et 220 sur le site et dans l'environnement proche sont inférieures à celles mesurées à la station référence du milieu naturel.

Elles sont plus élevées sur le site par rapport au village du Temple, respectivement d'un facteur 1,3 et 1,1.



Le débit de dose moyen relevé sur le site de la Commanderie est deux fois plus élevé que dans le milieu naturel. Celui mesuré dans le village du Temple est également plus élevé que dans le milieu naturel, et ce d'un facteur 1,2.

Les activités alpha volumiques des émetteurs à vie longue présents dans les poussières en suspension dans l'air sont inférieures aux limites de détection sur toutes les stations (< 1 mBq/m³).

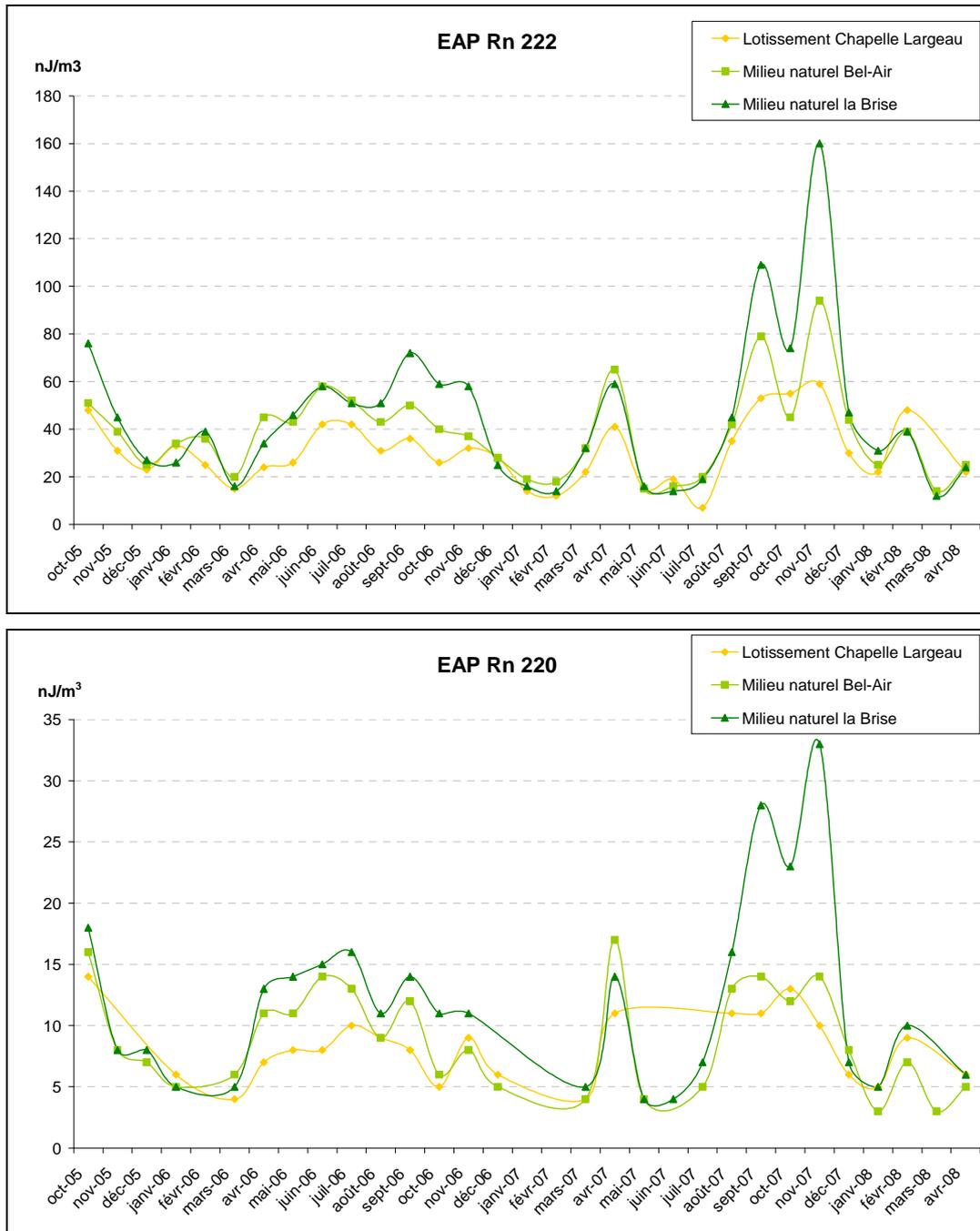
L'influence du vecteur air sur les populations est décrite au paragraphe 9.5.2.

8.2.4.3 Site de la Chapelle Largeau

ÉNERGIES ALPHA-POTENTIELLES DES RADONS 222 ET 220

Le site de la Chapelle Largeau a fait l'objet d'une surveillance du vecteur AIR d'octobre 2005 à avril 2008.

Les résultats figurent sur les graphes ci-après.

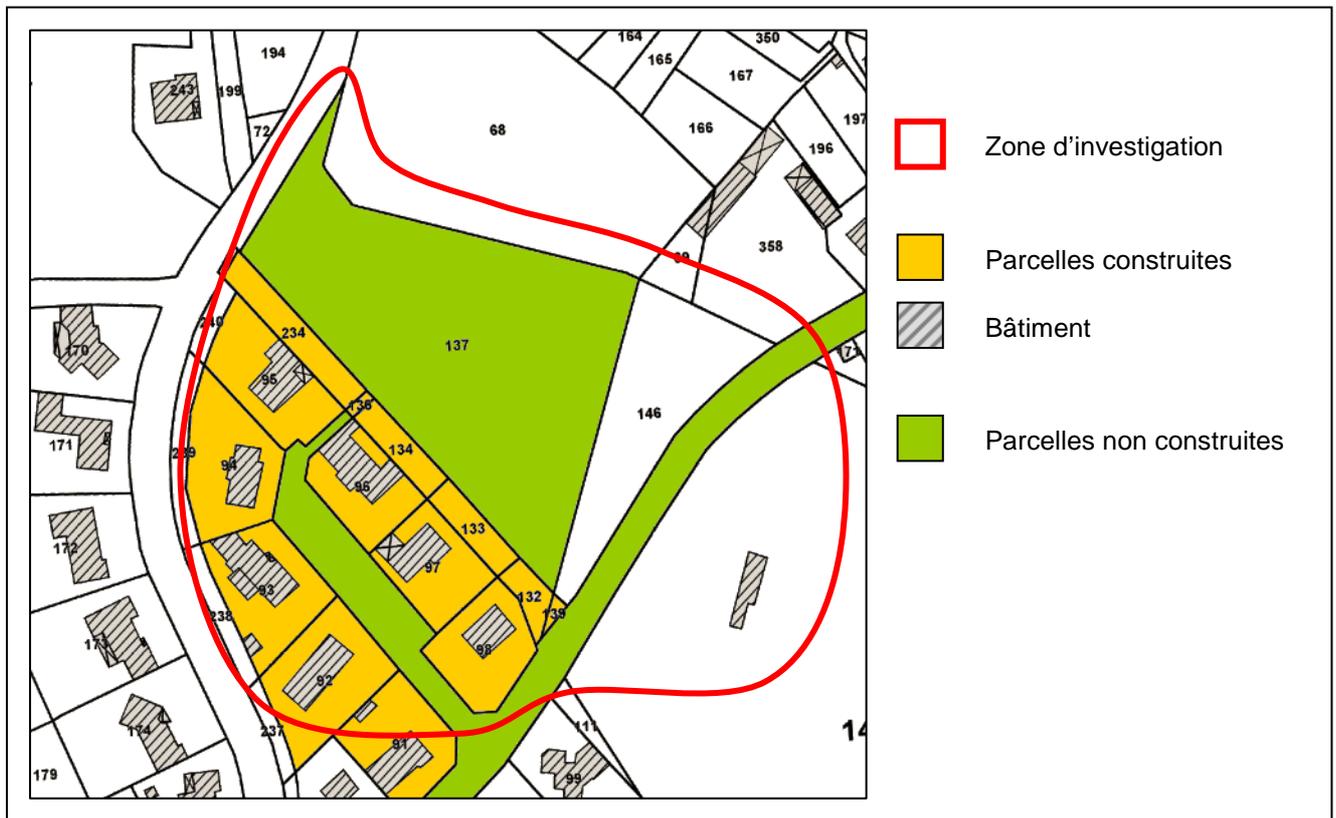


Les énergies alpha-potentielles des radons 222 et 220 dans un lotissement situé dans l'environnement immédiat du site de la Chapelle Largeau sont du même ordre de grandeur que celles relevées sur les deux stations référence du milieu naturel.

DÉBIT DE DOSE [16]

Une étude a été menée par la société Subatech afin d'évaluer le débit de dose sur l'environnement immédiat du site de la Chapelle Largeau.

La zone d'investigation est la suivante :



« Compte tenu des contraintes d'accessibilité, les mesures ont été effectuées selon un maillage d'environ 1 à 2 m pour les jardins privés et selon un maillage d'environ 5m pour les zones en plein champ avec une prise de mesure à une distance de 1 mètre du sol, distance considérée habituellement par l'Autorité de Sûreté Nucléaire comme représentative de l'exposition externe du tronc humain. Les points de mesures ont été corrélés avec leurs coordonnées GPS. »

Rapport – Campagne de détection terrain – La Chapelle Largeau

Subatech / Smart – Février 2010

Les résultats des mesures figurent sur l'orthoplan suivant.

Activité en c/s SG2	Débit de dose $\mu\text{Sv/h}$	Couleur retenue
<150	<0,18	
Entre 151 et 300	Entre 0,18 et 0,36	
Entre 301 et 450	Entre 0,36 et 0,54	
Entre 451 et 600	Entre 0,54 et 0,72	



« Les valeurs inférieures à 300 c/s (soit 0,36 $\mu\text{Sv/h}$) représentent plus de 98 % de l'ensemble des mesures (1 431 valeurs). 19 mesures sont comprises entre 300 et 450 c/s (0,36 à 0,54 $\mu\text{Sv/h}$) et 3 valeurs se situent dans la plage 450 - 600 c/s (0,54 - 0,72 $\mu\text{Sv/h}$). La valeur maximale enregistrée est de 521 c/s (soit 0,63 $\mu\text{Sv/h}$). »

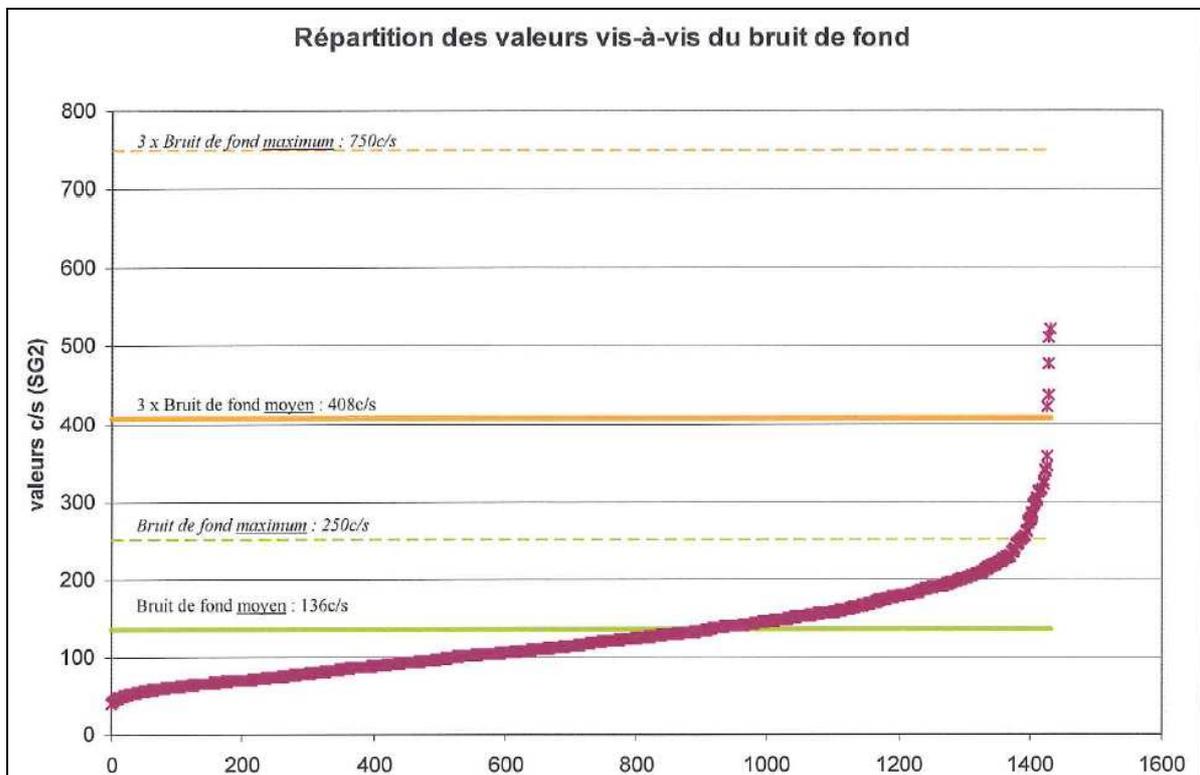
Rapport – Campagne de détection terrain – La Chapelle Largeau

Subatech / Smart – Février 2010

Le bruit de fond évalué a été au cours de cette étude à partir de 40 mesures dans l'environnement. La valeur moyenne de mesure d'ambiance est de 0,17 $\mu\text{Sv/h}$ (min : 0,11 – max : 0,30 $\mu\text{Sv/h}$).

Subatech a considéré comme anormales les zones dépassant trois fois le bruit de fond.

Le graphique suivant positionne les résultats des mesures dans l'environnement immédiat du site minier par rapport au milieu naturel.



« Ainsi, aucune valeur mesurée à 1 mètre ne dépasse trois fois la valeur maximale de bruit de fond enregistrée et 5 valeurs de mesure dépassent de trois fois la valeur moyenne du niveau ambiant.

[...]

Sur la zone d'étude, les résultats des mesures brutes laissent apparaître que 99,75 % des valeurs se situent en deçà de $0,5 \mu\text{Sv/h}$. Sur les 1 431 mesures, 5 valeurs dépassent $0,50 \mu\text{Sv/h}$, la valeur maximale étant de $0,63 \mu\text{Sv/h}$.

La valeur moyenne du bruit de fond obtenue à 1 mètre est de $0,17 \mu\text{Sv/h}$ (valeur minimum $0,11 \mu\text{Sv/h}$ et valeur maximum $0,30 \mu\text{Sv/h}$). 5 valeurs dépassent de trois fois le bruit de fond moyen et la valeur maximum enregistrée sur la zone évaluée est proche de deux fois le niveau de bruit de fond ambiant maximum. Les valeurs les plus élevées enregistrées ont par ailleurs un caractère localisé, la surface associée ne dépassant pas la maille de mesure (soit 1 à 4m^2 pour les zones concernées). »

Rapport – Campagne de détection terrain – La Chapelle Largeau

Subatech / Smart – Février 2010

ACTIVITÉS ALPHA VOLUMIQUES DES ÉMETTEURS À VIE LONGUE DANS LES POUSSIÈRES EN SUSPENSION

Les activités alpha volumiques des émetteurs à vie longue présents dans les poussières en suspension dans l'air sont inférieures aux limites de détection sur toutes les stations ($< 1 \text{ mBq/m}^3$).

L'influence du vecteur air sur les populations est décrite au paragraphe 9.5.3.

8.3 IMPACT SUR LA CHAÎNE ALIMENTAIRE ET LES SOLS

8.3.1 Voies de contamination de la chaîne alimentaire

Les radionucléides présents dans les poussières véhiculées par les vents peuvent se déposer sur les sols, l'herbe et les plantes et être ainsi à l'origine d'une contamination de la chaîne alimentaire si ces plantes sont consommées par des animaux ou par l'homme.

S'agissant de l'eau à des fins d'irrigation, la contamination de la chaîne alimentaire est envisageable par dépôt d'une partie des minéraux sur les plantes et entraînement du reste par l'eau de pluie. Une autre fraction de ces minéraux peut être métabolisée par le végétal et provoquer une contamination interne pendant des temps plus ou moins longs (temps d'excrétion du polluant).

Outre ces contaminations par dépôt direct de substances toxiques sur les aliments, une contamination par voie racinaire peut être prise en compte. Cette absorption racinaire dépend de la nature de l'élément métallique, de sa mobilité dans le sol et de la nature de la plante ; le facteur de transfert racinaire est exprimé en kg de sol sec par kg de végétal sec.

8.3.2 Contrôles de la chaîne alimentaire (Figure 12)

Seul le site de la Commanderie fait l'objet d'un suivi de la chaîne alimentaire.

Font l'objet d'analyses :

- L'eau de distribution
- Les terres (en tant que substrat de cultures de maïs et de pommes de terre),
- La volaille et la viande bovine,
- Les tomates,
- Les pommes de terre,
- Le maïs.

Les activités massiques dans les terres (en Bq/kg sur produits secs) dans la viande ou les végétaux (en Bq/kg sur produits frais) sont pour la plupart des analyses inférieures aux limites de détection (cf. tableau ci-dessous) :

Pourcentage de résultats de la surveillance de la chaîne alimentaire							
	Eau de distribution	Terres	Viande	Légume « fruits »	Légume « racines »	Céréales	Total
Inférieurs à la limite de détection	80 %	30 %	100 %	100 %	93 %	81 %	79 %
Supérieurs à la limite de détection	20 %	70 %	0 %	0 %	7 %	19 %	21 %

Ainsi, seul 21 % des valeurs obtenues dans le cadre de la surveillance de la chaîne alimentaire sont supérieures à la limite de détection.

9 ÉVALUATION DE LA DOSE EFFICACE AJOUTÉE

9.1 PRINCIPE DE L'ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

L'évaluation de l'impact sanitaire dû à des sites pollués ou à des activités anthropiques fait très souvent appel à la démarche d'évaluation quantitative des risques sanitaires, notamment lorsque les connaissances sur les effets de la pollution étudiée sont restreintes ou incomplètes et que la mise en place d'une étude épidémiologique n'est pas envisageable (du fait d'un manque de temps, d'une population exposée trop peu importante...)

Selon le US National Research Council, la démarche d'évaluation des risques se définit comme « *l'utilisation de faits [scientifiques] pour définir les effets sur la santé d'une exposition d'individus ou de populations à des matériaux ou à des situations dangereuses* ». Dans le cas particulier des activités minières uranifères, elle se conçoit comme un outil d'aide à la décision, par exemple sur les choix de gestion des anciens sites miniers, mais elle constitue également un moyen de vérifier a posteriori que les choix techniques effectués pour cette gestion permettent bien de respecter les exigences réglementaires et de limiter les impacts sanitaires de toute nature autour des anciennes installations d'extraction et des sites de stockage de résidus.

La démarche imposée pour l'évaluation de l'impact radiologique des sites miniers et uranifères consiste à justifier que la dose efficace ajoutée au milieu naturel reçue par les populations, du fait des activités minières, est inférieure à 1 mSv par an. Pour cela, la réglementation (Directive 96/29/EURATOM) propose de travailler avec des groupes de référence, c'est-à-dire les groupes de population pour lesquels l'exposition aux rayonnements ionisants due aux sites (et donc l'impact sanitaire qui en découle) est supposée être maximale, suivant des scénarios d'exposition réalistes. Il serait en effet difficile de caractériser l'exposition de l'ensemble de la population vivant autour des anciennes mines.

La réglementation considère que, si le calcul de la dose efficace ajoutée donne un résultat inférieur à 1 mSv par an pour les groupes de référence, alors l'exposition du reste de la population (par définition moins exposée) est également inférieure à 1 mSv par an.

9.2 RISQUES RADIOLOGIQUES

Les rayonnements ionisants, qu'ils soient de type α , β ou γ , transportent de l'énergie qu'ils cèdent à la matière avec laquelle ils rentrent en interaction. La quantité de rayonnements absorbée (ou dose absorbée) par la matière est alors exprimée en gray noté Gy.

L'énergie ainsi absorbée par un organisme vivant peut provoquer l'ionisation des molécules qui le composent et notamment celle de l'ADN qui est le support du patrimoine génétique d'un individu. L'irradiation peut alors conduire à deux types d'effets cliniques :

- des effets immédiats (ou déterministes) où l'absorption d'une forte dose énergétique due aux rayonnements ionisants peut entraîner des lésions immédiates, ou n'apparaissant que quelques semaines après l'exposition (doses absorbées supérieures à 0,25 Gray (noté Gy) pour une irradiation homogène de l'organisme).
- des effets à long terme (ou stochastiques ou aléatoires) où l'ionisation des molécules des cellules peut entraîner une modification de leur matériel génétique et l'apparition tardive de cancers. La quantification de ce risque est exprimé à partir de la dose efficace qui s'exprime en Sievert (noté Sv).

Seuls les risques stochastiques sont pris en compte s'agissant de l'impact radiologique des anciennes mines d'uranium. En effet, la quantité relativement faible de radioéléments présents dans l'environnement et le confinement des stockages de résidus de traitement limitent l'exposition à des valeurs de dose inférieures au seuil de déclenchement d'effets déterministes.

9.3 LA NOTION DE DOSE EFFICACE

Les rayonnements alpha, qui sont constitués de grosses particules (noyaux d'hélium), ne peuvent pas pénétrer profondément dans les tissus et déposent donc leur énergie très localement. A dose absorbée égale, ils sont donc beaucoup plus perturbateurs que des rayonnements gamma qui, du fait de leur pénétration plus importante, étalent leur dépôt d'énergie.

Pour un tissu donné, l'effet biologique des rayonnements ionisants varie donc en fonction de leur nature. Pour tenir compte de ces variations, un « facteur de qualité » a été défini pour chacun d'eux. Il permet de calculer la dose équivalente H_T , exprimée en Sievert, qui mesure l'effet biologique subi par le tissu T étudié.

$$H_T = \sum_R D_{T,R} \cdot W_R$$

avec H_T = dose équivalente reçue par le tissu T (en Sv)

$D_{T,R}$ = dose absorbée moyenne due au rayonnement R et reçue par le tissu T (en Gy)

W_R = facteur de qualité pour le rayonnement R (en Sv/Gy).

Ainsi, pour les photons X et Γ et les électrons (rayonnements bêta et gamma), le facteur de qualité W_R est égal à 1 alors qu'il est égal à 20 pour les particules alpha.

Cependant, le risque biologique n'est pas uniforme pour tout l'organisme. En effet, tous les tissus ne réagissent pas de façon identique pour une même dose équivalente reçue. Pour chacun d'eux, un coefficient de pondération reflétant leur radiosensibilité a donc été défini. Ce facteur permet de calculer la dose efficace (exprimée en Sievert) reçue par chaque tissu.

Pour estimer le risque d'apparition à long terme d'un cancer dans l'organisme entier, on calcule la dose efficace totale E correspondant à la somme des doses efficaces reçues par chaque organe ou tissu T.

$$E = \sum_T H_T \cdot W_T$$

avec E = dose efficace corps entier (en Sv)

H_T = dose équivalente reçue par le tissu T (en Sv)

W_T = coefficient de pondération pour le tissu T (sans unité).

L'article R.1333-8 du Code de la santé publique précise que : « *La somme des doses efficaces reçues par toute personne n'appartenant pas aux catégories mentionnées à l'article R.1333-9, du fait des activités nucléaires, ne doit dépasser 1 mSv par an. Sans préjudice de la limite définie des doses efficaces, les limites de dose équivalente admissibles sont fixées, pour le socle cristallin, à 15 mSv par an et, pour la peau, 50 mSv par an en moyenne pour toute surface de 1cm² de peau, quelle que soit la surface exposée.* »

Ces limites ont été fixées d'après les recommandations de la publication n°60 de la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) parue en 1990.

9.4 MÉTHODE D'ÉVALUATION DE LA DOSE EFFICACE AJOUTÉE DANS L'ENVIRONNEMENT PROCHE DES SITES

9.4.1 Voies d'exposition à considérer

Les voies d'atteinte prises en compte sont celles habituellement retenues dans les installations du cycle du combustible :

- l'exposition externe due au rayonnement gamma issu du site et calculée à partir des valeurs des débits de dose mesurés sur les zones de présence des groupes de population considérés.
- l'exposition interne par inhalation des descendants à vie courte du radon 222 et 220, calculée à partir des concentrations volumiques en énergies alpha potentielles (EAP) des descendants à vie courte du radon 222 et 220 mesurées dans l'air respiré par les individus des groupes de population. L'identification de la contribution du site aux énergies mesurées dans l'environnement constitue une des difficultés principales de ce type d'évaluation.
- l'exposition interne par ingestion de produits alimentaires issus de parcelles proches du site et consommés par les personnes des groupes de référence.

Pour l'eau, est prise en compte l'eau consommée, qu'elle soit issue d'un réseau de distribution ou d'un puits.

L'utilisation d'eau en aval d'un site à des fins d'arrosage peut constituer une source de contamination des végétaux.

9.4.2 Détermination des groupes de références

D'une manière générale, le choix des groupes de référence est réalisé en fonction de la proximité des villages par rapport aux sites miniers. Les dispositifs de mesure de qualité de l'air et les prélèvements de chaîne alimentaire sont alors effectués dans chacun des groupes de référence ainsi définis.

La notion de groupe de référence peut également s'appliquer à un groupe réel ou fictif séjournant sur les sites même dans le cadre d'une activité de loisirs, professionnelle ou agricole.

Le calcul de la dose efficace dépend, pour chaque groupe de référence, de leur emploi du temps (temps de présence dans la zone habitée dont temps passé à l'intérieur des habitations), des lieux fréquentés, et des quantités consommées. La Directive européenne 96/29/EURATOM, dispose, dans son Article 45, que les scénarios d'exposition retenus doivent refléter les modes de vie locaux réels.

Exemples de scénarios classiquement utilisés :

- Enfant de 2 à 7 ans résidant sous influence du site (6800 h à l'intérieur des habitations + 860 h à l'extérieur), scolarisé hors influence du site (1100 h).
- Adulte de plus de 60 ans (retraité) résidant sous influence du site (7300 h à l'intérieur des habitations + 1360 h à l'extérieur).
- Adulte de 17 à 60 ans résidant hors influence du site et séjournant en bordure ou sur le site dans le cadre d'une activité agricole (400 h).

9.4.3 Calcul de la dose efficace annuelle ajoutée

La dose efficace ajoutée du fait des anciennes activités minières est calculée à partir des scénarii d'exposition présentés dans le paragraphe ci-dessus.

Pour chaque secteur d'exposition, on estime la part de radioactivité « ajoutée » en calculant la différence entre les niveaux de contamination pour les groupes de référence et ceux pour milieu naturel. Pour cela, deux hypothèses sont adoptées :

- Le rayonnement gamma issu du site ne pénètre pas à l'intérieur des habitations et ne provoque donc pas d'augmentation de l'exposition externe des groupes de référence pendant leur temps de présence à l'intérieur. C'est une hypothèse tout à fait réaliste car elle découle de la capacité des murs à absorber les photons gamma en provenance du site.
- L'Énergie Alpha-Potentielle due aux descendants à vie courte du radon apporté par le site est supposée identique que l'on soit à l'intérieur ou l'extérieur des habitations (hypothèse simplificatrice qui s'affranchit des variations du facteur d'équilibre au cours de l'année). Le radon naturel issu du sous-sol ou des murs n'est évidemment pas pris en compte.

PASSAGE À LA DOSE EFFICACE AJOUTÉE

Des coefficients de doses présentés permettent de relier les quantités de substances radioactives ou de rayonnements ionisants incorporés aux doses efficaces reçues par l'organisme. Ils sont définis dans la directive 96/29/EURATOM et varient avec l'âge. Ces coefficients sont définis de la manière suivante :

Mode d'exposition	Rayonnement ou Radioéléments	Adulte	Enfant 2-7 ans	
Externe	Gamma	1 mSv/mGy	1 mSv/mGy	
	EAP Rn ₂₂₂ inhalé	1,1 mSv/nJm ⁻³ .h	1,1 mSv/nJm ⁻³ .h	
Inhalation	EAP Rn ₂₂₀ inhalé	0,39 mSv/nJm ⁻³ .h	0,39 mSv/nJm ⁻³ .h	
	Poussières inhalées	sites miniers	1,4.10 ⁻² mSv/Bq	2,9.10 ⁻² mSv/Bq
		sites stockage résidus	1,9.10 ⁻⁴ mSv/Bq	3,8.10 ⁻² mSv/Bq
	Ingestion	U ₂₃₈ ingéré*	9,79.10 ⁻⁵ mSv/Bq	1,83.10 ⁻⁴ mSv/Bq
Ra ₂₂₆ ingéré		2,8.10 ⁻⁴ mSv/Bq	6,2.10 ⁻⁴ mSv/Bq	
Pb ₂₁₀ ingéré		6,9.10 ⁻⁴ mSv/Bq	2,2.10 ⁻³ mSv/Bq	
Po ₂₁₀ ingéré		1,2.10 ⁻³ mSv/Bq	4,4.10 ⁻³ mSv/Bq	
Th ₂₃₀ ingéré		2,1.10 ⁻⁴ mSv/Bq	3,1.10 ⁻⁴ mSv/Bq	

* Le coefficient de dose par ingestion de l'uranium 238 est la somme des coefficients de dose par ingestion de l'uranium 238, du thorium 234, du proactinium 234 et de l'uranium 234. Ces radioéléments correspondent aux descendants à vie longue de l'U₂₃₈.

Pour l'exposition externe (E₁)

E₁ = Coefficient de dose (en mSv/mGy) × temps de présence (en h) × débit de dose ajouté au milieu naturel (en nGy/h) × 10⁻⁶

Pour l'inhalation du radon 222 (E₂) et 220 (E₃)

E₂₍₃₎ = Coefficient de dose (en mSv/nJ.m³.h) × temps de présence (en h) × EAP ajoutée au milieu naturel (en nJ/m³) × 10⁻⁶

Pour l'ingestion de la chaîne alimentaire (E_{ij})

E_{ij} = Coefficient de dose (en mSv/Bq du radionucléide considéré (j)) × quantité d'aliment ou de liquide ingéré (en kg ou l) × activité ajoutée au milieu naturel du radionucléide considéré (en Bq/kg de matière fraîche)

La dose efficace ajoutée totale s'obtient en faisant la somme des doses efficaces obtenues pour chaque secteur d'exposition soit :

$$E_{tot} = E_1 + E_2 + E_3 + \sum E_{ij}$$

9.5 ÉVALUATION DE LA DOSE EFFICACE AJOUTÉE SUR LES SITES MINIERS

Le calcul précédemment décrit est applicable sur les sites disposant a minima de mesures de la qualité de l'air.

Sont concernés les sites suivants :

- La Dorgissière
- La Commanderie
- La Chapelle Largeau

Les résultats sont décrits par voie d'exposition dans les paragraphes suivants.

9.5.1 Site de la Dorgissière

Des mesures sur le vecteur Air pour le site de la Dorgissière ont été réalisées de janvier 1992 à juin 1993. La dose efficace annuelle ajoutée figure dans les paragraphes suivants.

SCÉNARIO 1 : Enfant de 2 à 7 ans résidant sous influence du site
6 800 h à l'intérieur des habitations + 860 h à l'extérieur

SCÉNARIO 1 : ENFANT				
Groupe de référence	Date	Exposition externe	Exposition par inhalation	Total des expositions
Ferme de la Berthelière	1997	0,063 mSv/an	0,005 mSv/an	0,068 mSv/an
	1998	0,066 mSv/an	0,002 mSv/an	0,067 mSv/an
	1999	0,065 mSv/an	0 mSv/an	0,065 mSv/an
	2000	0,072 mSv/an	0,016 mSv/an	0,088 mSv/an

SCÉNARIO 2: Adulte résidant sous influence du site
7 300 h à l'intérieur des habitations + 1360 h à l'extérieur

SCÉNARIO 2 : ADULTE « RETRAITÉ »				
Groupe de référence	Date	Exposition externe	Exposition par inhalation	Total des expositions
Ferme de la Berthelière	1997	0,092 mSv/an	0,005 mSv/an	0,096 mSv/an
	1998	0,097 mSv/an	0,002 mSv/an	0,098 mSv/an
	1999	0,096 mSv/an	0 mSv/an	0,096 mSv/an
	2000	0,107 mSv/an	0,018 mSv/an	0,125 mSv/an

SCÉNARIO 3: Adulte résidant hors influence du site et séjournant en bordure ou sur le site
400 h à l'extérieur des habitations et sur le site

SCÉNARIO 2 : ADULTE « EMPLOYÉ »				
Groupe de référence	Date	Exposition externe	Exposition par inhalation	Total des expositions
Ferme de la Berthelière	1997	0,056 mSv/an	0,006 mSv/an	0,062 mSv/an
	1998	0,049 mSv/an	0,007 mSv/an	0,056 mSv/an
	1999	0,045 mSv/an	0,02 mSv/an	0,047 mSv/an
	2000	0,048 mSv/an	0,005 mSv/an	0,053 mSv/an

L'ensemble des doses efficaces annuelles ajoutées pour le vecteur Air respecte la limite réglementaire de 1 mSv/an. La valeur calculée maximale est de 0,13 mSv/an, pour un adulte « retraité » résidant dans l'environnement proche du site.

9.5.2 Site de la Commanderie

Des mesures sur le vecteur Air pour le site de la Commanderie ont été réalisées de janvier 1992 à juin 1993. La dose efficace annuelle ajoutée figure dans les paragraphes suivants.

SCÉNARIO 1 : Enfant de 2 à 7 ans résidant sous influence du site
6 800 h à l'intérieur des habitations + 860 h à l'extérieur

SCÉNARIO 1 : ENFANT				
Groupe de référence	Date	Exposition externe	Exposition par inhalation	Total des expositions
Village du Temple	Janvier 1992 à juin 1993	0,04 mSv/an	0 mSv/an	0,04 mSv/an

SCÉNARIO 2: Adulte résidant sous influence du site
7 300 h à l'intérieur des habitations + 1360 h à l'extérieur

SCÉNARIO 2 : ADULTE « RETRAITÉ »				
Groupe de référence	Date	Exposition externe	Exposition par inhalation	Total des expositions
Village du Temple	Janvier 1992 à juin 1993	0,05 mSv/an	0 mSv/an	0,05 mSv/an

SCÉNARIO 3: Adulte résidant hors influence du site et séjournant en bordure ou sur le site
400 h à l'extérieur des habitations et sur le site

SCÉNARIO 2 : ADULTE « EMPLOYÉ »				
Groupe de référence	Date	Exposition externe	Exposition par inhalation	Total des expositions
Village du Temple	Janvier 1992 à juin 1993	0,06 mSv/an	0 mSv/an	0,06 mSv/an

L'ensemble des doses efficaces annuelles ajoutées pour le vecteur Air respecte la limite réglementaire de 1 mSv/an. La valeur calculée maximale est de 0,06 mSv/an, pour un employé travaillant 400 h sur le site de la Commanderie.

9.5.3 Site de la Chapelle Largeau

Suite à l'étude Subatech de 2011 (cf. paragraphe 8.2.4.3), le site de la Chapelle Largeau a fait l'objet d'un calcul spécifique de la dose efficace ajoutée.

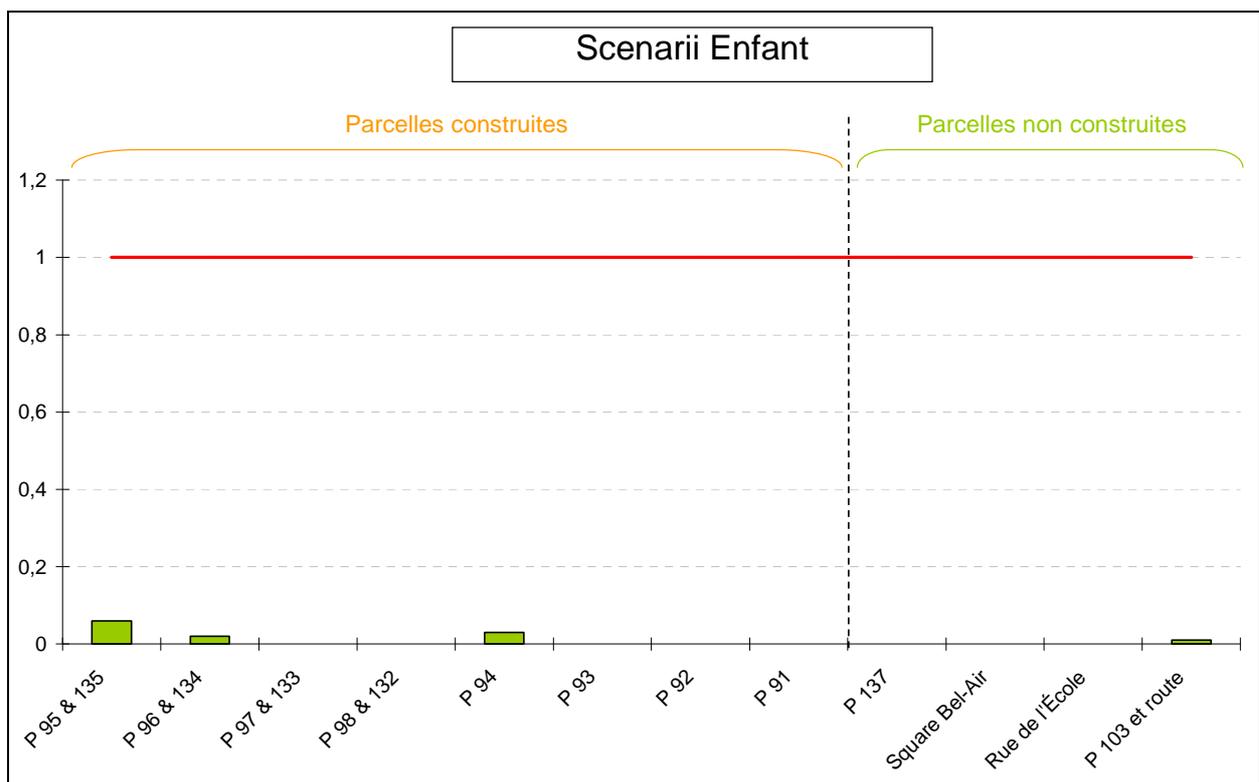
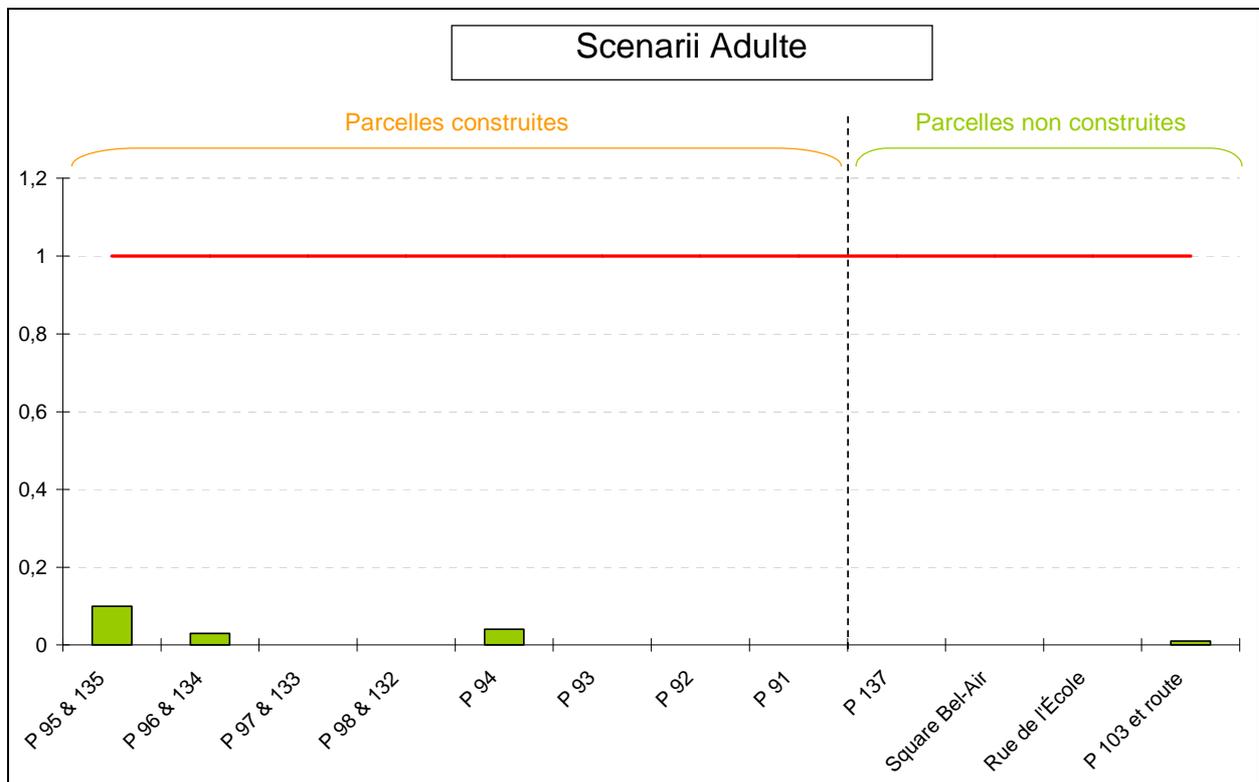
Le tableau suivant présente l'origine des valeurs prises en compte pour le calcul :

Paramètres	Origine des valeurs	Dates des mesures	Situation	Valeurs prises en compte
Débit de dose	Mesures Subatech	Campagne de terrain de 2008	Milieu naturel	Moyenne des valeurs mesurées dans l'environnement
			Environnement immédiat	Valeurs mesurées
EAP Rn 220 & 222 EAVL	Mesures Algade	Mesures d'octobre 2005 à avril 2008	Milieu naturel	Moyenne des deux stations « milieu naturel »
			Environnement immédiat	Moyenne des mesures

Deux types de parcelles ont été étudiées : construites et non construites. Les parcelles concernées figurent sur la carte ci-après.

Les doses efficaces ajoutées annuelles calculées dans le cadre de cette étude figurent dans le tableau suivant, et sont représentées sur les graphes ci-après.

Parcelles		Dose Efficace Ajoutée Annuelle	
		Adulte	Enfant
Parcelles construites	Parcelles 95 & 135	0,1 mSv/an	0,06 mSv/an
	Parcelles 96 & 134	0,03 mSv/an	0,02 mSv/an
	Parcelles 97 & 133	0 mSv/an	0 mSv/an
	Parcelles 98 & 132	0 mSv/an	0 mSv/an
	Parcelle 94	0,04 mSv/an	0,03 mSv/an
	Parcelle 93	0 mSv/an	0 mSv/an
	Parcelle 92	0 mSv/an	0 mSv/an
	Parcelle 91	0 mSv/an	0 mSv/an
Parcelles non construites	Parcelle 137	0 mSv/an	0 mSv/an
	Rue Square Bel-Air	0 mSv/an	0 mSv/an
	Rue de l'École	0 mSv/an	0 mSv/an
	Parcelle 103 et route	0,01 mSv/an	0,01 mSv/an



L'ensemble des doses efficaces annuelles ajoutées pour le vecteur Air respecte la limite réglementaire de 1 mSv/an. La valeur calculée maximale est de 0,1 mSv/an, pour un adulte retraité vivant dans l'environnement immédiat du site de la Chapelle Largeau.

10 MESURES PRISES POUR RÉDUIRE LES IMPACTS

10.1 RÉDUCTION DES IMPACTS SUR LE VECTEUR AIR

Les sources d'impact radiologique du vecteur « Air » des sites miniers sur leur environnement ont été identifiées et décrites dans les chapitres précédents de ce rapport. En résumé, elles ont pour origine :

- les résidus de traitement du minerai,
- les stériles miniers qu'ils soient stockés sur les sites mêmes ou réutilisés dans le domaine public.

Les travaux de réaménagement ont eu pour objectif la sécurité des personnes et de leur environnement, et la limitation de l'impact radiologique à des niveaux aussi faibles que raisonnablement possible par les meilleurs techniques disponibles de l'époque à un coût économiquement acceptable.

Les doses efficaces, présentées dans le présent bilan et basées sur la surveillance du vecteur Air, sont toutes inférieures à 0,13 mSv/an, tout site et tout scénario confondus.

LES RÉSIDUS DE TRAITEMENT STATIQUE

Dans le département des Deux-Sèvres, seul le site de la Commanderie est concerné par un stockage de résidus de traitement statique du minerai (cf. paragraphe 6.4).

Une couverture d'une dizaine de centimètres de calcaire puis de 0,7 à 1 m de stériles miniers a été mise en place. La présence d'une lame d'eau de plusieurs dizaines de mètres permet de diminuer l'impact radiologique du stockage de résidus de traitement statique sur le vecteur Air (rayonnement γ et radon).

LES STÉRILES MINIERS

L'ensemble des sites miniers deux-sévriens sont concernés par une verse à stériles, à l'exception du site de la Roche-Pied-Rôti.

Ces verses ont été remodelées et sont actuellement clôturées. Celles de la Chapelle Largeau et de la Dorgissière ont été recouvertes de terre végétale afin de limiter l'impact radiologique sur le vecteur Air, et en particulier sur le débit de dose.

S'agissant de la cession des stériles miniers dans le domaine public, aucune procédure, avant acquisition des sites par COGEMA, ne semble avoir été établie. Toute utilisation non répertoriée des stériles miniers après 1984, date de mise en place du registre de cession, s'est faite sans autorisation formelle de COGEMA (puis AREVA) et n'a relevé que d'initiatives personnelles de la part de particuliers ou de collectivités.

10.2 RÉDUCTION DES IMPACTS SUR LE VECTEUR EAU

Le premier objectif du réaménagement d'un site, concernant le vecteur eau, consiste à identifier les exutoires d'eau issue des travaux miniers ou les points d'émergence d'eau ayant percolé au travers de remblais miniers. La résurgence de ces eaux constitue donc potentiellement une source de contamination pour l'environnement. En application de la réglementation, les exploitants ont donc aménagé des exutoires afin d'y exercer une surveillance et si nécessaire des traitements (dans des stations aménagées à cet effet) visant à restituer à l'environnement une eau dont les caractéristiques sont conformes aux exigences réglementaires.

Le traitement des eaux par les exploitants miniers uranifères a été initié en 1977 avec une généralisation d'un procédé physico-chimique avec :

- élimination du radium 226 par précipitation d'un sel double de sulfate de baryum et radium, après ajout de chlorure de baryum en présence d'ions sulfates ;
- ajustement du pH à l'aide de soude ;
- élimination de l'uranium 238 par précipité d'oxydes de fer (ou d'aluminium), après ajout de chloro-sulfate complexe de fer (ou de sulfates d'alumine) ;
- utilisation éventuelle de flocculants pour faciliter la décantation dans un ou plusieurs bassins.

Avant 1977, le traitement appliqué était limité à une simple décantation des eaux d'exhaure dans un ou plusieurs bassins. L'absence d'information sur les sites exploités avant 1970 ne permettent pas d'affirmer la généralisation de cette pratique.

LES REJETS

Après réaménagement, la qualité des eaux avec des valeurs de rejets inférieures aux exigences réglementaires, a permis de s'affranchir de tout traitement physico-chimiques sur l'ensemble des sites miniers uranifères des Deux-Sèvres. Les mesures réalisées dans le cadre de la surveillance réglementaire, à l'initiative d'AREVA et dans le cadre du présent bilan environnemental permettent de valider cette décision avec des valeurs maximales de rejet enregistrées sur le site de la Commanderie :

- de 26 µg/l en U soluble et 0,17 Bq/l en Ra226 soluble pour les eaux prélevées pour l'irrigation,
- de 233 µg/l en U soluble et 1,20 Bq/l en Ra226 soluble pour l'émergence en pied de verse, mais dont le facteur de dilution est supérieur à 5 (débit très faible et intermittent).

LES MINES À CIEL OUVERT EN EAU

Les eaux des mines à ciel ouvert présentent un léger marquage en uranium et/ou en radium 226 solubles, lié entre autres au faible renouvellement des eaux des plans d'eau.

La mise en place de calcaire dans les résidus de traitement statique et en couverture de ce même stockage permet de garantir un pH des eaux dans le même ordre de grandeur que dans le milieu naturel.

LES RUISSEAUX ET PLAN D'EAU EN AVAL DES SITES

Les sites n'ont pas d'impact radiologique sur les cours d'eau en aval hydraulique, à l'exception :

- Du ruisseau en aval de la Dorgissière, malgré l'absence de rejet (surverse) au moment du prélèvement. Ce marquage semblerait lié au contexte géologique local ;
- Du ruisseau en aval immédiat du plan d'eau récepteur des eaux du site de la Chapelle Largeau. Cet impact est géographiquement très limité (absence d'impact à 400 m en aval du plan d'eau) ;

Un impact sur les concentrations en métaux est constaté sur le plan d'eau et le ruisseau en aval immédiat du site de la Chapelle Largeau. Cet impact est à mettre en lien avec le réaménagement du site. En effet, la mine à ciel ouvert a été utilisée comme décharge pour des déchets ménagers et des déchets d'équipements électriques et électroniques. De plus, les chantiers des travaux souterrains ont été remblayés avec des stériles, des sables cyclonés et des produits provenant de l'exploitation de la mine d'or de la Bellière à Saint-Pierre-Monlismart (79).

11 CONCLUSIONS

11.1 CONCLUSIONS DE L'ANALYSE ENVIRONNEMENTALE ET PROPOSITIONS D' ACTIONS COMPLÉMENTAIRES A METTRE EN ŒUVRE

L'analyse environnementale issue de la recherche documentaire, des investigations de terrain et des analyses effectuées dans le compartiment aquatique, a mis en évidence :

DANS LE MILIEU AQUATIQUE

- Un léger marquage des eaux des mines à ciel ouvert :
 - en uranium et radium 226 solubles à la Commanderie (respectivement 45 µg/l et 0,16 Bq/l).
 - en uranium soluble à la Dorgissière (16 µg/l) et à la Roche Pied Rôti (7 µg/l)

Ces légers marquages sont liés entre autres au faible renouvellement des eaux des plans d'eau ;

- Un marquage des eaux de l'émergence située en pied de vers sur le site de la Commanderie (233 µg/l en uranium soluble et 2,87 Bq/l en radium 226 solubles). Cependant, l'impact de ces eaux est très limité, du fait du caractère intermittent de cet écoulement ;
- L'absence d'impact radiologique sur les cours d'eau en aval hydraulique, à l'exception :
 - Du ruisseau en aval de la Dorgissière, malgré l'absence de rejet (surverse) au moment du prélèvement (marquage lié au contexte géologique local) ;
 - Du ruisseau en aval immédiat du plan d'eau récepteur des eaux du site de la Chapelle Largeau. Cet impact est géographiquement très limité (absence d'impact à 400 m en aval du plan d'eau) ;
- Un impact sur les concentrations en métaux dans le plan d'eau et le ruisseau en aval immédiat du site de la Chapelle Largeau. Cet impact est à mettre en lien avec l'utilisation du site après sa fermeture. En effet, la fosse de la mine à ciel ouvert a été utilisée comme décharge par la municipalité. Ont été stockés, entre autres, des déchets ménagers et des déchets d'équipements électriques et électroniques. De plus, les chantiers des travaux souterrains ont été remblayés avec des stériles, des sables cyclonés et des produits provenant de l'exploitation de la mine d'or de la Bellière à Saint-Pierre-Montmart (79).

⇒ **Une amélioration de la connaissance du contexte hydrogéologique du site de la Commanderie est proposée.**

Dans ce cadre, un nouveau point amont du site, pour les eaux et les sédiments, sera recherché.

SUR LE VECTEUR AIR ET LE DÉBIT DE DOSE

- La présence de zones anormales sur le site de la Chapelle Largeau (points en bordure du stade et autour de l'ancien carreau)
- L'influence des sites sur le débit de dose dans l'environnement immédiat du site
- L'absence de dose efficace ajoutée annuelle liée au vecteur air supérieure à 0,2 mSv/an, quelque soit le site et le scénario.
- Le respect de la limite réglementaire fixée à 1 mSv/an.

⇒ **Aucune action corrective n'est prévue à ce jour**, sous réserve d'identification de stériles non compatibles avec l'usage des sols dans le domaine public.

Les seuils d'actions correctives sont en cours de validation par les administrations centrales.

SUR LA SÉCURITÉ DU PUBLIQUE

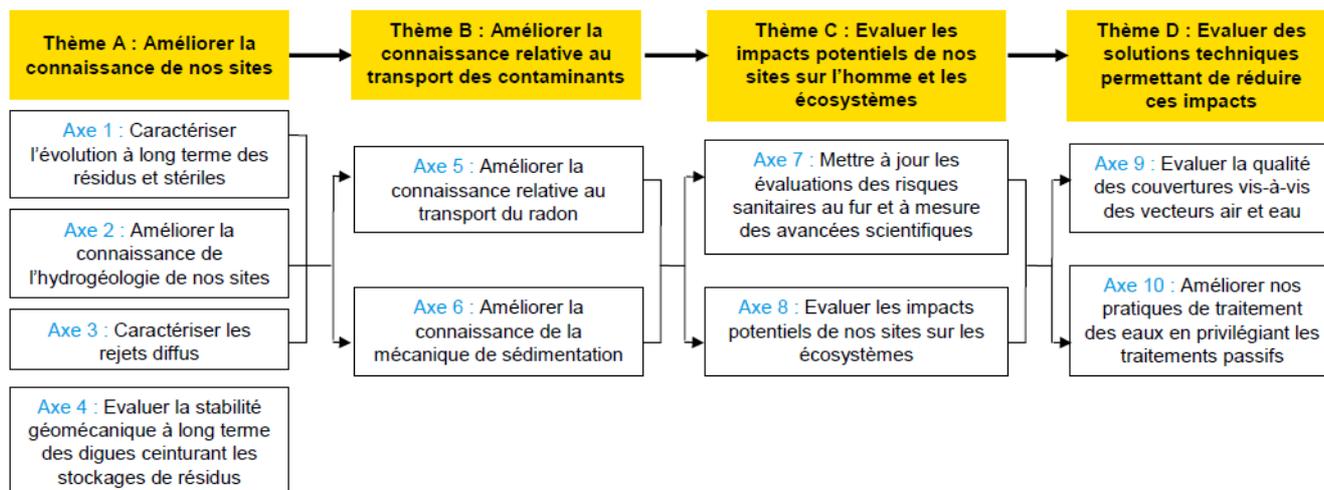
- L'absence d'aléa évalué comme fort
- La mise en place de mesures préventives ou de protection pour tous les aléas évalués comme moyens :
 - Remblayage des ouvrages et chantiers (la Dorgissière, la Commanderie et la Chapelle Largeau)
 - Pose de dalles à l'aplomb d'ouvrages de liaisons fond-jour (la Chapelle Largeau)
 - Mise en place de périmètres de sécurité (la Dorgissière, la Commanderie)
 - Interdiction de construction sur certaines (parcelles (la Commanderie).
- L'absence de risque, même faible, de phénomènes brutaux, type écroulement, glissement ou effondrement localisé, au niveau de bâtiments.

⇒ **Aucune action corrective n'est prévue.**

Cependant, la surveillance visuelle des sites doit être maintenue.

DANS LE CADRE DU PNGMDR :

L'amélioration de la connaissance des sites fait l'objet d'études à l'échelle nationale menées dans le cadre du PNGMDR. Elles sont énoncées dans la figure ci-après.



L'ensemble de ces études sont applicables dans le département des Deux-Sèvres.

11.2 GESTION DES STÉRILES MINIERS

La circulaire du 22 juillet 2009, cosignée entre l'ASN et le MEEDDM, portant sur la gestion des anciennes mines d'uranium, précise dans l'axe 3 « Gérer les stériles » qu'il est nécessaire de :

- réaliser un recensement des stériles miniers réutilisés dans le domaine public,
- recenser les usages du sol où ces stériles ont été valorisés en dehors du périmètre des anciennes mines d'uranium,
- et enfin, de vérifier la compatibilité des usages à l'aplomb et dans l'environnement immédiat des zones où des stériles ont été réutilisés.

Afin de répondre à cette demande, AREVA a prévu deux grandes phases de reconnaissance :

- PHASE 1 : Survol aérien de reconnaissance sur l'ensemble des communes concernées par les sites miniers uranifères de la concession de Mallièvre (départements des Deux-Sèvres et du Maine-et-Loire). La Figure 13 présente la zone concernée par ce survol aérien.
- PHASE 2 : Vérification et identification au sol des anomalies relatives repérées par le survol aérien, puis vérification de la compatibilité des usages.

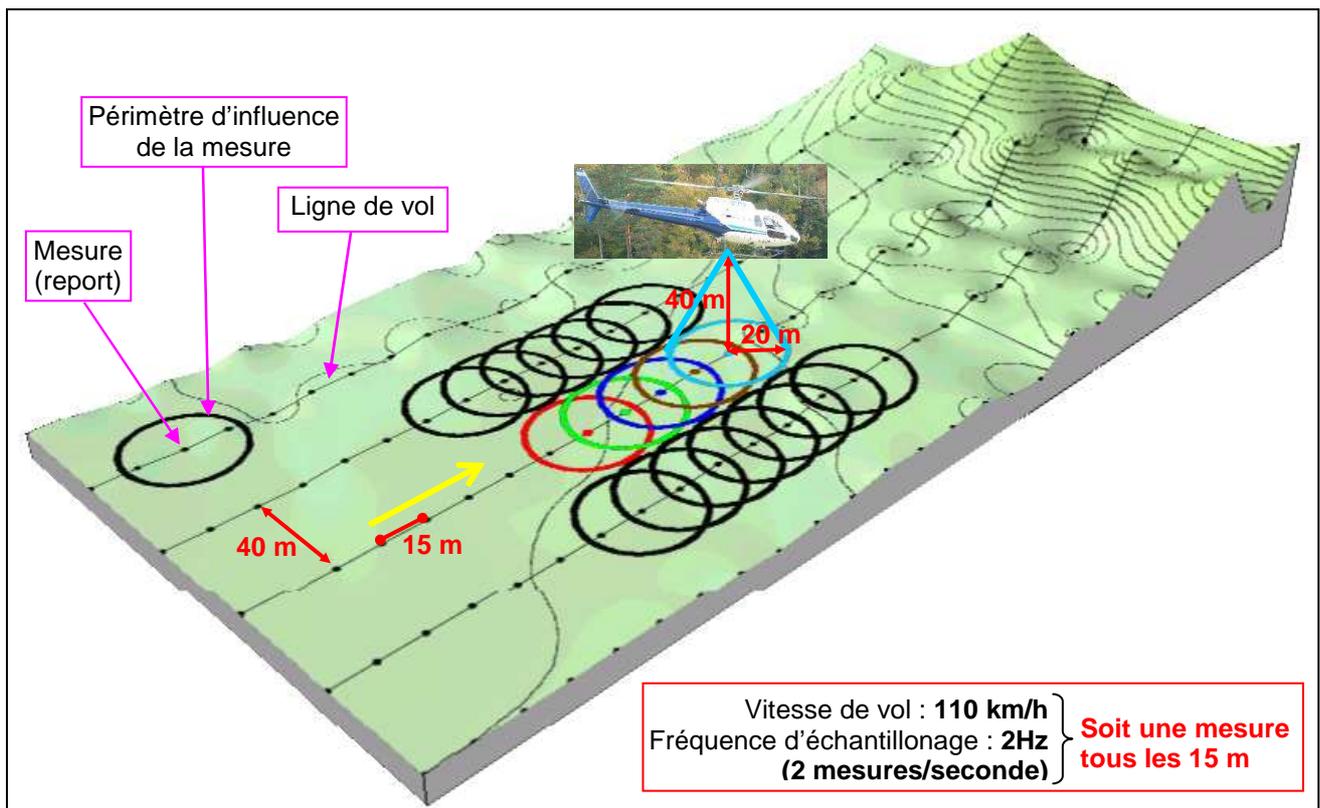
La méthode retenue est la réalisation d'un levé spectrométrique hélicopté de très haute résolution.

La spectrométrie gamma est la seule méthode de détection directe d'anomalies radiométriques. Il s'agit d'une méthode classique et systématique en exploration minière pour l'uranium, à l'échelle régionale ou sur cible. Ce dispositif hélicopté permet un inventaire systématique et rapide.

Les spécifications retenues ont été adaptées à la problématique des stériles miniers et sont les suivantes :

- Vitesse de l'hélicoptère : 110 km/h,
- Echantillonnage : 2 Hz, soit 15 m entre deux mesures consécutives,
- Volume de cristal (NaI): 41.8 l (deux spectromètres),
- Espacement entre les lignes de vol : 40 m,
- Hauteur de vol : 40 m.

Le schéma suivant reprend ces caractéristiques :



A l'issue de cette campagne aérienne, les cartes suivantes seront élaborées :

- des cartes en couleur ombragée et contour du potassium (%), de l'uranium (ppm), du thorium (ppm), du comptage total (débit de dose en nGy/h) et des radioéléments (ternaire, ratios,...) ;
- une carte du modèle numérique de terrain.

La seconde phase comprend la reconnaissance au sol des anomalies relatives observées sur ces cartes. La reconnaissance au sol peut se faire de manière pédestre ou autoportée en fonction des cas et sera accompagnée d'une vérification de l'origine des matériaux créant ces anomalies.

Enfin, si les matériaux repérés par la reconnaissance au sol s'avèrent être des stériles miniers, il sera réalisé des mesures de débit de dose sur les zones concernées puis une évaluation dosimétrique avec des scénarios génériques.

En cas d'incompatibilité d'usage, la situation sera étudiée au cas par cas en lien avec l'ARS (anciennement DDASS) et l'ASN.

Dans les Deux-Sèvres, la phase 1 (reconnaissance par survol hélicopté) a été réalisée en octobre et novembre 2010. A ce jour, les résultats sont en attente d'interprétation après reconnaissance au sol (phase 2).

11.3 INFORMATIONS DU PUBLIC

La circulaire du 22 juillet 2009, cosignée entre l'ASN et le MEEDDM, portant sur la gestion des anciennes mines d'uranium, précise, dans l'axe 4 « Renforcer l'information et la concertation », qu'un affichage doit être réalisé afin d'informer le public de la présence d'anciennes mines d'uranium.

Le site de la Commanderie a fait l'objet d'un tel affichage.

Ces panneaux mentionnent entre autres les arrêtés préfectoraux d'arrêt définitif des travaux et de surveillance, un lien vers le site internet du Réseau National de Mesures de Radioactivité de l'Environnement où AREVA Mines transmet l'ensemble des mesures réglementaires réalisées sur ses sites.

Il est à noter que le site de la commanderie est situé sur deux départements. Les deux panneaux ci-après reprennent les renseignements cités précédemment pour chacune des préfectures concernées.



Étant donné sa localisation (proche d'une zone résidentielle), le carreau du site de la Chapelle Largeau a fait l'objet d'un affichage informatif particulier.

Ces panneaux retracent l'historique du site, avec les principales caractéristiques des mines, et des photographies datant de l'exploitation.

Le plan de surveillance est également mentionné.

Un encart décrit également le site de la Roche Pied Rôti, situé à proximité.

Des photographies de ces panneaux figurent ci-après.



LA MINE DE BEL AIR

COMMUNE DE LA CHAPELLE LARGEAU
DÉPARTEMENT DES DEUX-SÈVRES





LA ROCHE-PIED-ROTI

Mine à ciel ouvert de faible importance entre la Chapelle et la Commanderie, elle est creusée à l'arc de coteau, de 10 mètres de diamètre, elle s'étend de 50 mètres vers le sud-est. Elle a produit 17 tonnes d'uranium.

À quelques centaines de mètres du bourg de la Chapelle Largeau, dans les Deux-Sèvres mais en limite des départements voisins du Maine et Loire et de la Vendée, un gisement est découvert en 1952 ; il est appelé Mine de Bel-Air, du nom de la ferme située à proximité.

Le puits est creusé jusqu'aux niveaux 40 mètres et 80 mètres. En 1954, le premier montage boisé de la division est percé à partir du niveau 40 mètres jusqu'à la surface.

La mine entre en exploitation en 1956, elle atteint le niveau 210 mètres.

En 1959, en prévision de l'arrivée en surface des travaux miniers et en accord avec la municipalité et le conseil paroissial, l'école publique est démolie et le calvaire déplacé le long de la nouvelle route.

La mine à ciel ouvert, c'est-à-dire la carrière est exploitée en 1960 et 1961.

Le 16 mai 1965 un incendie éclate dans le puits, à la suite de travaux au chalumeau. Le puits est rééquipé le 15 juin suivant.

Le minéral exploitable étant épuisé, la mine a fermé ses portes en 1970.

La mine en quelques chiffres :

- un puits de 180 mètres de profondeur
- 9000 mètres de galeries
- 1400 mètres de montages boisés
- 180 000 Tonnes de minerais extraits
- 683 Tonnes de production d'uranium




Préfecture des Deux-Sèvres - Plan de surveillance DREAL Poitou - Ouvrages du 09 juin 2008

RENSEIGNEMENTS : 02 40 36 17 18

Références bibliographiques

- [1] G. CHAPOT, R. COUPRIE, J. DUMAS, P. LEBLANC et J-L. KEROUANTON, « L'uranium vendéen » - Cahier du patrimoine n°45.
- [2] Notice et carte géologique au 1/50000^e : Feuille : *Les Herbiers* (N°537).
- [3] Site Internet Wikipédia – article sur le département des Deux-Sèvres : <http://fr.wikipedia.org/wiki/deux-sevres>
- [4] Site Internet Sigore – article sur la géographie physique des Deux-Sèvres : <http://www.observatoire-environnement.org/tbe/Geographie-Physique.html>
- [5] Site Internet de l'INSEE : Statistiques locales (Cartes interactives) : <http://www.statistiques-locales.insee.fr>
- [6] Site Internet Sandre (Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau) : <http://www.sandre.eaufrance.fr>
- [7] Site Internet Hydro-Banque : <http://www.hydro.eaufrance.fr>
- [8] Site Internet Conseil général des Deux-Sèvres – Page relative à l'alimentation en eau potable et à l'assainissement : <http://www.deux-sevres.com/deux-sevres/Institutionnel/Lesmissions/Environnement/Eaupotableetassainissement.aspx>
- [9] Site Internet du MEDTL : Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs (PNGMDR) : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Le-plan-national-de-gestion-des.html>
- [10] Site Internet de l'IRSN : Programme MIMAUSA : http://www.irsn.fr/FR/base_de_connaissances/Environnement/surveillance-environnement/sites-miniers-uranium/Pages/4-bdd.aspx
- [11] Édouard Tincelin, « Les risques d'effondrement de la surface à l'aplomb des travaux miniers de la mine de la Commanderie », Septembre 1992

- [12] GEODERIS – BRGM, « rapport d'étude référence BRGM/RP-53948-FR des aléas « mouvement de terrain » » Septembre 2005
- [13] INERIS, « rapport d'étude référence DRS-06-67783/R01 des aléas « mouvement de terrain » », Avril 2006
- [14] GEODERIS, « rapport d'étude référence W2006/030DE-5POC2100 des aléas « mouvement de terrain » », Mai 2006
- [15] BRGM, « Cartographie prédictive de l'aléa radon en Poitou-Charentes – Rapport final » (BRGM/RP-53324-FR), Novembre 2004
- [16] Subatech / Smart, « Rapport – Campagne de détection terrain – La Chapelle Largeau », 2010

Liste des figures, annexes et plans

FIGURES

- Figure 1 : Relief des Deux-Sèvres
- Figure 2 : Sites miniers et bassins versants des Deux-Sèvres
- Figure 3 : Production cumulée : minerai – Département des Deux-Sèvres
- Figure 4 : Inventaire de cession de stériles miniers – Sites de la concession de la Mallièvre
- Figure 5 : Résultats d'analyses dans le milieu aquatique : Site de la Dorgissière
- Figure 6 : Résultats d'analyses dans le milieu aquatique : Site de la Commanderie
- Figure 7 : Résultats d'analyses dans le milieu aquatique : Site de la Roche Pied Rôti
- Figure 8 : Résultats d'analyses dans le milieu aquatique : Site de la Chapelle Largeau
- Figure 9 : Résultats d'analyses du vecteur AIR : Site de la Dorgissière
- Figure 10 : Résultats d'analyses du vecteur AIR : Site de la Commanderie
- Figure 11 : Résultats d'analyses du vecteur AIR : Site de la Chapelle Largeau
- Figure 12 : Résultats d'analyses du vecteur Chaîne Alimentaire : Site de la Commanderie
- Figure 13 : Zones concernées par le survol aérien dans les Deux-Sèvres

ANNEXES

- Annexe 1 : Fiches de sites, fiches de chantiers
- Annexe 2 : Planches photographiques
- Annexe 3 : Cartes IGN de localisation des sites miniers et des points de prélèvements
- Annexe 4 : Situation des sites miniers sur fonds cadastraux
- Annexe 5 : Carte géologique départementale, cartes géologiques et structurales
- Annexe 6 : Arrêté préfectoral n°4973 du 17 mai 2010 relatif à la réalisation d'un bilan environnemental des sites des Deux-Sèvres

PLAN

- Plan : Situation des sites miniers uranifères exploités dans les Deux-Sèvres

Glossaire

ACTIVITÉ

L'activité caractérise l'intensité d'une source radioactive, c'est-à-dire le nombre de désintégration par unité de temps dont elle est le siège. L'activité s'exprime en Becquerels (Bq).

ANDRA (AGENCE NATIONALE POUR LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS)

Etablissement public à caractère industriel et commercial (EPIC), placé sous tutelle des ministères de l'Ecologie et du Développement Durable, de l'Industrie et de la Recherche. Depuis 1993, l'ANDRA publie un rapport sur l'« Etat de la localisation des déchets radioactifs en France ».

ARÈNE

Produit de consistance sableuse, issu de l'altération d'une roche cristalline.

ASSAINISSEMENT RADIOLOGIQUE

Pour une installation ou un site nucléaire, ensemble des opérations visant à éliminer ou réduire la radioactivité, notamment par décontamination ou évacuation de matériels, en permettant la récupération contrôlée des substances radioactives.

BASSIN VERSANT

Entité géographique spatiale qui participe à l'alimentation d'un cours d'eau. Le bassin versant est délimité par des lignes de partage des eaux.

BECQUEREL

Unité du système international de mesure de l'activité. Un becquerel est égal à une désintégration par seconde. Des multiples de cette unité sont fréquemment utilisés : le kilo becquerel (1kBq = 1000 Bq), le Méga becquerel (1MBq = 1 million de Bq), le Giga becquerel (1GBq = 1 milliard de Bq) et le Téra becquerel (1TBq = mille milliards de Bq). L'Ancienne unité était le Curie (Ci) qui équivaut à 37 GBq. Le curie correspondait à l'activité d'un gramme de radium 226.

CEA (COMMISSARIAT À L'ENERGIE ATOMIQUE)

Organisme public de recherche, créé en 1945 pour donner à la France la maîtrise de l'atome et de son utilisation dans les domaines de l'énergie, de l'industrie, de la santé et de la défense.

CHAÎNE RADIOACTIVE (OU DE DÉSINTÉGRATION) D'UN RADIONUCLÉIDE

Succession des différents radionucléides fils apparaissant au cours du temps par transformation spontanée, d'un noyau instable au cours du temps. Cette chaîne se termine sur un isotope stable (non radioactif). Pour U238 et U235, les deux chaînes aboutissent à un isotope du plomb, respectivement Pb206 et Pb207. Il existe trois familles radioactives naturelles, avec comme « têtes de chaîne » (premier radionucléide) : l'uranium 238, l'uranium 235 et le thorium 232.

COGEMA (COMPAGNIE GÉNÉRALE DES MATIÈRES NUCLÉAIRES)

Groupe industriel du secteur de l'énergie, qui a bénéficié du transfert de l'ensemble des installations qui relevait de l'ancienne Direction des Productions du CEA (décret n°75-1250 du 29 décembre 1975). COGEMA est intégré à AREVA depuis septembre 2001.

CONTAMINATION (RADIOACTIVE)

Présence indésirable, à un niveau significatif, de substances radioactives à la surface ou à l'intérieur d'un milieu quelconque. Pour l'homme, la contamination peut être externe (sur la peau) ou interne (par ingestion ou inhalation).

DÉBIT DE DOSE

Quotient de l'accroissement de dose par la durée de l'intervalle de temps durant lequel il se produit. L'unité légale est le Gray par seconde (Gy/s). Comme cette unité est très grande, le débit de dose s'exprime, par exemple, en millième de gray par heure (mGy/h) ou en millionième de gray par heure (μ G/h).

DÉCHETS

« Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon » (Article 541-1 II du Code de l'Environnement).

DÉCHETS RADIOACTIFS

Substances radioactives pour lesquelles aucune utilisation ultérieure n'est prévue ou envisagée.

DÉMANTÈLEMENT

1. Ensemble des opérations techniques exécutées pour démonter et, éventuellement, mettre au rebut un équipement ou partie d'une installation nucléaire.
2. Dans la réglementation française, phase de la déconstruction d'une installation nucléaire qui comprend toutes les opérations postérieures au décret de mise à l'arrêt définitif.

DÉSINTÉGRATION

Transformation d'un noyau instable en noyau stable ou instable, avec modification du nombre et de la nature des nucléons (protons et neutrons, constitutifs du noyau initial). Cette désintégration s'accompagne de l'émission d'un ou plusieurs rayonnements (alpha, beta, gamma).

DOSIMÉTRIE

Théorie et application des principes et des techniques de mesures ou d'estimation des doses de rayonnements ionisants reçues ou susceptibles de l'être.

EXHAURE OU SURVERSE

Dans le domaine minier, le terme d'exhaure désigne l'évacuation des eaux d'infiltration dans des ouvrages souterrains. Elle peut s'effectuer par drainage gravitaire ou au moyen d'installations de pompage.

EXUTOIRE

Débouché à l'extérieur d'un milieu assurant l'écoulement d'une substance, en particulier de l'eau.

FONTIS

Affaissement, ou l'effondrement du sol, causé par un éboulement souterrain minier proche de la surface.

IRSN (INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET DE SURETÉ NUCLÉAIRE)

Etablissement public à caractère industriel et commercial créé en février 2002, regroupant les compétences de l'OPRI et de l'IPSN. Placé sous tutelle des ministères de : l'Industrie, la Défense, l'Environnement, la Recherche et la Santé.

LIXIVIATION

Au sens courant, désigne la percolation lente d'un solvant, en général l'eau, au travers d'un matériel, accompagné de la dissolution des matières solides qui y sont contenues. Le liquide résultant de ces opérations est appelé le lixiviat.

MARQUAGE

Observation des concentrations de substances chimiques ou radiologiques, naturelles ou artificielles, supérieures aux concentrations naturelles habituellement observées dans le milieu naturel concerné sans préjuger de leur origine, ou de leur impact sur la santé et sur l'environnement.

MARQUÉ (SITE)

Site présentant des traces de radionucléides naturels ou artificiels, détectables sans qu'il y ait nécessairement d'action particulière envisagée.

PÉRIODE RADIOACTIVE (OU DEMI-VIE)

Durée nécessaire à la désintégration de la moitié des noyaux d'atomes d'un nucléide radioactif. La valeur de sa période radioactive est une caractéristique essentielle de chaque nucléide radioactif.

POLLUÉ (SITE)

Dans le contexte de contamination radioactive, qualifie une zone ou un site contaminé de manière importante par des substances radioactives, naturelles ou artificielles.

PPM

La partie par million (ppm) est utilisée pour quantifier des traces ou des faibles teneurs. Par exemple, la teneur des minerais d'uranium peut s'exprimer en ppm. Cette teneur, exprimée en ppm, est le rapport de la masse de métal recherchée sur la masse de minerai renfermant la matière recherchée. Ce rapport est donc un nombre sans dimension.

RADIOPROTECTION

Ensemble des mesures destinées à réaliser la protection sanitaire de la population et les travailleurs contre les effets des rayonnements ionisants et à assurer le respect des normes de base. Elle comprend aussi la mise en œuvre des moyens nécessaires pour y parvenir.

REMBLAYAGE HYDRAULIQUE / SABLES CYCLONÉS

Comblement de travaux miniers par la fraction sableuse (granulométrie variant entre 150 et 500 ppm) obtenue par cyclonage des résidus de traitement. Cette fraction sableuse constitue « les sables cyclonés ».

RÉSIDUS DE TRAITEMENT

Produits résultant de l'extraction de l'uranium à partir des minerais et contenant tous les autres radionucléides de la famille de l'uranium et minéraux d'origine, à l'exception de l'uranium qui a été extrait en plus ou moins grande partie (5 à 40%), ainsi qu'une partie des produits de traitement.

SCÉNARIO

Ensemble d'hypothèses relatives à des événements ou des comportements permettant de décrire les évolutions possibles d'un système dans le temps et dans l'espace.

STÉRILES

Produits constitués par les sols et/ou les roches excavées pour accéder aux minéralisations d'intérêt. Ces roches peuvent contenir, ou non, de l'uranium ou du minerai d'uranium en fonction de leur proximité avec le gisement.

STOCKAGE DE DÉCHETS RADIOACTIFS

Le stockage de déchets radioactifs est l'opération consistant à placer ces substances dans une installation spécialement aménagée pour les conserver de façon potentiellement définitive dans le respect de la protection de la santé des personnes, de la sécurité et de l'environnement.

SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE

Ensemble des mesures réalisées autour de l'installation afin de vérifier le respect des prescriptions réglementaires en matière de rejets et d'évaluer son impact sur l'environnement et les populations.

TENEUR DE COUPURE

La teneur du minerai en uranium dépend essentiellement de données économiques, comme le coût du marché de l'uranium, le coût d'extraction du minerai. Cependant, le souci d'un Etat visant à obtenir de l'uranium de façon indépendante, peut le conduire à exploiter un minerai pauvre en uranium, indépendamment du coût qui en résultera.

URANIUM NATUREL

Uranium dont la composition isotopique est celle de l'uranium tel qu'il se présente à l'état naturel c'est-à-dire sous la forme d'un mélange de trois isotopes dans des proportions massiques bien définies (uranium 238 : 99,28% ; uranium 235 : 0,71% ; uranium 234 : 0,0054%).

Sigles et abréviations

ANDRA	Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs
ARS	Agence Régionale pour la Santé (anciennement DDASS)
CEA	Commissariat à l'Énergie Atomique
COGEMA	Compagnie Générale des MATières nucléaires
DAM	Direction de l'Après-Mines
DDASS	Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (actuellement ARS)
DEAA	Dose Efficace Ajoutée Annuelle
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DRIRE	Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement
DTL	Dosimètre Thermo-Luminescent
EAP	Energie Alpha-Potentielle
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IGN	Institut Géographique National
INERIS	Institut National de l'EnviRonnement Industriels et des riSques
INSEE	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
Ma	Million d'Années
MCO	Mine à Ciel Ouvert
MEEDDM	Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer
RGIE	Règlement Général des Industries Extractives
SIMO	Société Industrielle des Minerais de l'Ouest
SPP2 et SPP γ	Scintillomètre Portatif de Prospection
TB	Travers-banc
TMS	Travaux Miniers Souterrains
TRPC	Travaux de Reconnaissance par Petit Chantier