



# BILAN ENVIRONNEMENTAL

## Sites miniers du Cantal

Bilan Environnemental  
Sites miniers du Cantal

Orano Mining  
Site de Bessines

12/01/2018

[www.orano.group](http://www.orano.group)

# Préambule

Le présent bilan environnemental a été prescrit par l'arrêté préfectoral n°2010-812 du 21 juin 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.

Sur les quatre sites miniers présentés dans ce bilan, trois sont sous la responsabilité d'Orano Mining (Saint-Pierre-du-Cantal, Loubaresse et Valiettes). Le site de Salvanhac est dit « orphelin » et est ainsi sous responsabilité des services de l'État.

Ainsi, ce bilan a pour objectif de dresser un état des lieux des connaissances sur l'ensemble des sites miniers uranifères du département du Cantal. Il est à noter la présence, dans ce département, d'un stockage de résidus de traitement du minerai classé Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, le site de Saint-Pierre-du-Cantal.

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 du Cantal 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 du Cantal, accompagnées de propositions d'actions complémentaires à mettre en œuvre et de la description du programme de gestion des stériles mis en place par Orano Mining dans le cadre de l'axe 3 de la circulaire du 22 juillet 2009.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 2/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

# 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 9. De plus, un glossaire général et une liste des sigles et abréviations utilisés sont présentés aux pages 147 et 151.

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

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 3/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

# Sommaire

Préambule .....	2
Avertissement .....	3
Sommaire .....	4
Généralités concernant la radioactivité .....	9
<b>1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DES ACTIVITÉS MINIÈRES ET INDUSTRIELLES DU CANTAL</b>	<b>13</b>
1.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE .....	13
1.2 HISTORIQUE [1] .....	13
<b>2 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE L'ENVIRONNEMENT DES SITES</b>	<b>16</b>
2.1 CONTEXTE GÉOLOGIQUE [2] [3] .....	16
2.1.1 Géologie des terrains uranifères .....	16
2.1.2 Tectonique [3] .....	17
2.1.3 Caractéristiques des minéralisations .....	17
2.1.4 Autres sites du Cantal .....	18
2.1.5 Fond radiologique régional .....	18
2.2 ENVIRONNEMENTS PAYSAGERS ET DÉMOGRAPHIQUES .....	19
2.2.1 Relief et paysage à l'échelle régionale [4] [5] [6] [7] .....	19
2.2.2 Démographie du département [4] [5] [8] .....	20
2.3 CONTEXTE CLIMATIQUE [10] .....	20
2.3.1 Pluviométrie .....	20
2.3.2 Températures .....	21
2.3.3 Vents .....	21
2.4 CONTEXTE HYDROLOGIQUE .....	22
2.4.1 Bassins versants .....	22
2.4.2 Débits des cours d'eau [11] .....	22
2.4.3 Utilisation des eaux .....	24
2.5 CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE .....	26
<b>3 CADRE RÉGLEMENTAIRE</b> .....	<b>29</b>
3.1 RÉGLEMENTATION EN VIGUEUR .....	29
3.1.1 Polices sectorielles .....	29

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 4/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

3.1.2	Polices transversales.....	35
3.1.3	Tableau de synthèse des polices applicables aux sites miniers.....	37
3.2	PLAN D’ACTIONS DE L’ÉTAT .....	37
3.2.1	Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs (PNGMDR).....	37
3.2.2	MIMAUSA [18].....	38
3.2.3	Circulaire du 22 juillet 2009 sur la gestion des anciennes mines d’uranium .....	38
4	EXPLOITATION MINIÈRE ET TRAITEMENT DES MINERAIS .....	40
4.1	LES MÉTHODES D’EXPLOITATION .....	40
4.1.1	Les travaux de reconnaissance .....	40
4.1.2	Exploitation souterraine .....	40
4.1.3	Exploitation à ciel ouvert.....	41
4.2	LE TRAITEMENT DU MINERAI .....	41
4.2.1	Le traitement dynamique .....	43
4.2.2	Le traitement statique ou lixiviation en stalles .....	44
4.2.3	Le traitement des effluents durant l’exploitation .....	44
5	PRÉSENTATION DES SITES MINIERS .....	45
5.1	GÉNÉRALITÉS .....	45
5.2	SITUATIONS RÉGLEMENTAIRES DES SITES ET INSTALLATIONS ARRÊTÉES .....	46
5.2.1	Titres miniers .....	46
5.2.2	Situation administrative relative à la fermeture des sites.....	46
5.3	SITES MINIERS ET BASSINS VERSANTS .....	47
5.4	PRÉSENTATION DES SITES .....	48
5.4.1	Bassin versant de la Dordogne - Site de Saint-Pierre-du-Cantal.....	48
5.4.2	Bassin versant de la Truyère - Site de Loubaresse.....	50
5.4.3	Bassin versant du Bès - Site de Valiettes .....	51
5.4.4	Bassin versant de la Cère - Site de Salvanhac .....	52
6	RÉSIDUS ET DÉCHETS D’EXPLOITATION.....	54
6.1	LES STÉRILES MINIERS.....	54
6.1.1	Généralités – Teneur en uranium .....	54
6.1.2	Réaménagement des verses à stériles .....	54
6.1.3	Réutilisation particulière des stériles.....	56
6.2	LES RÉSIDUS DE TRAITEMENT .....	56
6.2.1	Les résidus de traitement statique .....	56
6.2.2	Les résidus de traitement dynamique .....	56
6.3	LES MINERAIS À FAIBLE TENEUR .....	57

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 5/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

6.4	LES PRODUITS DE DÉMANTÈLEMENT .....	57
6.5	BILAN DU STOCKAGE DE SAINT-PIERRE.....	58
6.5.1	Produits stockés sur le site .....	58
6.5.2	Modalités de stockage .....	59
7	ÉVALUATION DES IMPACTS EN TERME DE SÉCURITÉ PUBLIQUE .....	61
7.1	INTRODUCTION .....	61
7.2	LES RISQUES LIES AUX TRAVAUX MINIERES SOUTERRAINS.....	61
7.2.1	Les ouvrages de liaison fond-jour .....	61
7.2.2	Les infrastructures et chantiers souterrains.....	62
7.3	LES RISQUES LIES AUX MINES À CIEL OUVERT .....	65
7.4	LES RISQUES LIES AUX VERSES A STÉRILES .....	65
7.5	LES RISQUES LIES AUX DIGUES [25][26] .....	65
8	ÉVALUATION DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT – SITE DE SAINT-PIERRE-DU-CANTAL .....	72
8.1	IMPACT DU SITE DE SAINT-PIERRE SUR LE VECTEUR EAU .....	72
8.1.1	Voies de contamination sur le milieu aquatique .....	72
8.1.2	Analyse de l'impact du site de Saint-Pierre sur le milieu aquatique.....	73
8.1.3	Conclusion sur l'impact du site de Saint-Pierre sur le vecteur Eau.....	80
8.2	IMPACT DU SITE DE SAINT-PIERRE SUR LE VECTEUR AIR.....	81
8.2.1	Voies de contamination de l'air .....	81
8.2.2	Étude de l'aléa radon.....	81
8.2.3	Surveillance de la qualité radiologique de l'air .....	84
8.2.4	Résultats de la surveillance de la qualité de l'air de Saint-Pierre .....	85
8.2.5	Conclusion sur l'impact du site de Saint-Pierre sur le vecteur Air.....	91
8.3	IMPACT DU SITE DE SAINT-PIERRE SUR LA CHAINE ALIMENTAIRE ET LES SOLS ...	92
8.3.1	Voies de contamination de la chaîne alimentaire .....	92
8.3.2	Contrôles de la chaîne alimentaire du site de Saint-Pierre.....	92
9	TIERCES-EXPERTISES DE LA SURVEILLANCE RÉALISÉES DANS LE CADRE DE LA CONCERTATION AVEC LES PARTIES PRENANTES .....	93
9.1	TIERS-EXPERTISE PAR LA CRIIRAD DE L'ÉVALUATION DE L'IMPACT DU SITE DE SAINT-PIERRE.....	93
9.1.1	Tiers-expertise de l'impact sur le vecteur Eau.....	93
9.1.2	Tiers-expertise de l'impact sur le vecteur Air.....	95
9.2	TIERS-EXPERTISE PAR L'IRSN DE L'ÉVALUATION DE L'IMPACT DU SITE DE SAINT-PIERRE .....	97
9.2.1	Tiers-expertise de l'impact sur le milieu aquatique.....	98

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 6/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

9.2.2	Tiers-expertise de l'impact sur le vecteur Air.....	103
9.2.3	Tiers-expertise de l'impact sur le vecteur Chaîne Alimentaire.....	106
9.3	SYNTHÈSE DES CONCLUSIONS DES TIERCE-EXPERTISES .....	107
10	ÉVALUATION DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT – AUTRES SITES DU CANTAL ....	110
10.1	VOIES DE CONTAMINATION SUR LE MILIEU AQUATIQUE.....	110
10.2	ANALYSE DE L'IMPACT DES AUTRES SITES DU CANTAL SUR LE MILIEU AQUATIQUE 110	
10.2.1	Bassin versant de la Truyère – site de Loubaresse.....	111
10.2.2	Bassin versant du Bès – site de Valiettes .....	111
10.2.3	Bassin versant de la Cère – site de Salvanhac .....	111
11	ÉVALUATION DE LA DOSE EFFICACE AJOUTÉE.....	112
11.1	PRINCIPE DE L'ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES .....	112
11.2	RISQUES RADIOLOGIQUES.....	112
11.3	LA NOTION DE DOSE EFFICACE.....	113
11.4	MÉTHODE D'ÉVALUATION DE LA DOSE EFFICACE AJOUTÉE DANS L'ENVIRONNEMENT PROCHE DES SITES .....	114
11.4.1	Voies d'exposition à considérer .....	114
11.4.2	Détermination des groupes de références .....	114
11.4.3	Calcul de la dose efficace annuelle ajoutée .....	115
11.5	RÉSULTATS DU CALCUL DE LA DOSE EFFICACE AJOUTÉE SUR LE SITE DE SAINT- PIERRE-DU-CANTAL .....	116
11.6	CONCLUSION DE L'ÉVALUATION DE LA DOSE EFFICACE AJOUTÉE.....	123
11.7	ÉVALUATION DE LA DOSE EFFICACE AJOUTÉE PAR MODÉLISATION – SITE DE SAINT-PIERRE .....	123
12	MESURES PRISES POUR RÉDUIRE LES IMPACTS .....	125
12.1	RÉDUCTION DES IMPACTS SUR LE VECTEUR AIR.....	125
12.1.1	Réaménagement du site de Saint-Pierre-du-Cantal .....	125
12.1.2	Travaux d'assainissement.....	128
12.2	RÉDUCTION DES IMPACTS SUR LE VECTEUR EAU .....	130
12.3	SERVITUDES D'UTILITÉ PUBLIQUE .....	131
12.4	GESTION DES STÉRILES MINIERS .....	132
12.5	INFORMATIONS DU PUBLIC .....	134
13	DIAGNOSTIC RADON À L'INTÉRIEUR DES HABITATIONS .....	135
14	CONCLUSIONS.....	140
14.1	CONCLUSIONS DE L'ANALYSE ENVIRONNEMENTALE.....	140

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 7/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

14.2 PROPOSITIONS D' ACTIONS COMPLÉMENTAIRES À METTRE EN ŒUVRE.....	140
Références bibliographiques.....	143
Liste des figures, annexes et plans .....	146
Glossaire .....	147
Sigles et abréviations.....	151

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 8/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0



# 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<sup>e</sup> 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.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 9/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

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.

### **Les différents types de désintégrations**

- *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)

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 10/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

- *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 :  $1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq} = 37 \text{ GBq}$

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 m<sup>3</sup>. Si votre terrain est situé en pays cristallin (granitique...), en Bretagne par exemple, il est probable que ces 80 m<sup>3</sup> 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 (10<sup>9</sup>), due essentiellement aux éléments uranium, thorium, radium et potassium 40 qui rentrent dans la composition de cette terre.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 11/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

### **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 DU CANTAL

## 1.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Le périmètre concerné par ce bilan environnemental couvre l'ensemble des activités minières et industrielles uranifères passées sur le territoire du département du Cantal, dans la région Auvergne.

Le Cantal comporte quatre sites de recherches ou d'extraction d'uranium. Ces sites sont situés sur quatre communes distinctes :

- L'ancienne mine à ciel ouvert de site de Saint-Pierre, sur la commune du même nom, au Nord-Ouest du département,
- Les sites de recherches de Loubaresse, dans la commune de Val d'Arcomie, celui de Valiettes, dans la commune d'Anterrieux, au Sud-Est du Cantal, et celui de Salvanhac (parfois orthographié « Salvagnac »), sur la commune de Siran.

Un de ces sites est une ICPE (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement) : le site de stockage de résidus de traitement de minerai d'uranium de Saint-Pierre-du-Cantal.

## 1.2 HISTORIQUE [1]

En 1954, la prospection et l'exploitation de gisements d'uranium, jusque-là réservées au Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA), sont ouvertes aux privées sur des zones dites « zones d'achats ».

Dans ces zones, le CEA garantit le rachat de minerais d'uranium sous certaines conditions (teneur, tonnage et prix), à des particuliers ou à des sociétés privés.

Le Cantal, appartenant à ces zones d'achats, a ainsi fait l'objet de prospection de plusieurs sociétés privées.

Ainsi, en 1958, la société U.M.I.P.E.C. (Union Minière et Pétrolifère du Centre) engage des travaux de recherches dans le secteur de Salvanhac, dans la partie Est du département du Cantal. Ces travaux s'achèveront en 1959, et le permis de recherches annulé en 1962, en raison de l'inactivité de son titulaire.

Il est à noter que le permis dit « de Siran Sud », octroyé à l'U.M.I.P.E.C., auquel appartenait le site de Salvanhac, a fait l'objet d'une demande de permis concurrente (société concurrente : Manufactures de Glaces et Produits Chimiques de Saint Gobain, Chauny et Cirey).

La Compagnie Française des Minerais d'Uranium (CFMU) a, quant à elle, engagé des recherches dans le Sud-Est du département. Ainsi, les sites de Valiettes, à 7 km à l'Est de Chaudes-Aigues, en 1957, et de Loubaresse, à 10 km environ au sud-est du Viaduc de Garabit, en 1960, ont fait l'objet de travaux de reconnaissance. Ces sites n'ont cependant pas fait l'objet d'une exploitation par la suite.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 13/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

Parallèlement, en 1958, la Société Centrale de l'Uranium et des Minerais et métaux RAdioactifs (SCUMRA) débute l'exploitation du gisement sédimentaire de Saint-Pierre en mine à ciel ouvert.

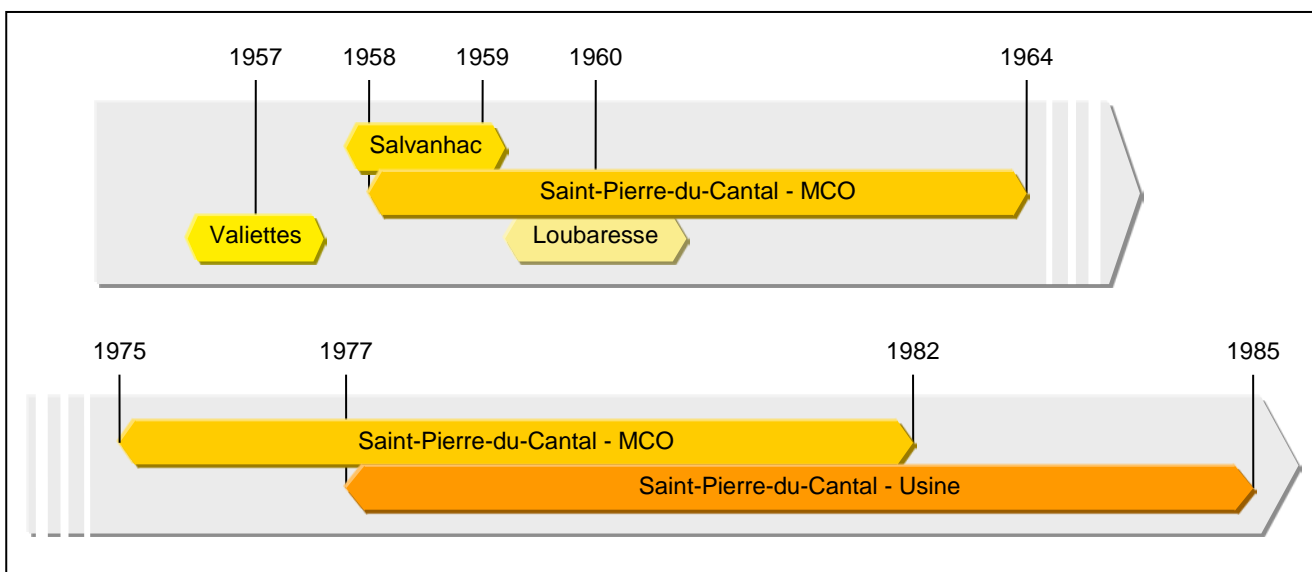
La chute du prix de l'uranium en 1963, liée au retard dans le programme nucléaire civile français, provoque une mise en sommeil du site à partir de 1964.

Suite à la crise pétrolière de 1974, le prix de l'uranium remonte. La mine à ciel ouvert de Saint-Pierre est de nouveau exploitée, et ce jusqu'à l'épuisement du gisement en 1982.

Parallèlement, une usine de traitement des minerais est construite sur le site. De 1977 à 1982, elle traite les minerais issus du site. À la fin de l'exploitation de la mine, l'usine continua de fonctionner, en traitant les minerais provenant d'autres sites SCUMRA, en particulier ceux de Creuse, Corrèze et Aveyron.

Le site fit l'objet, par la suite, de réaménagements, et en particulier le comblement de la MCO et le démantèlement de l'usine.

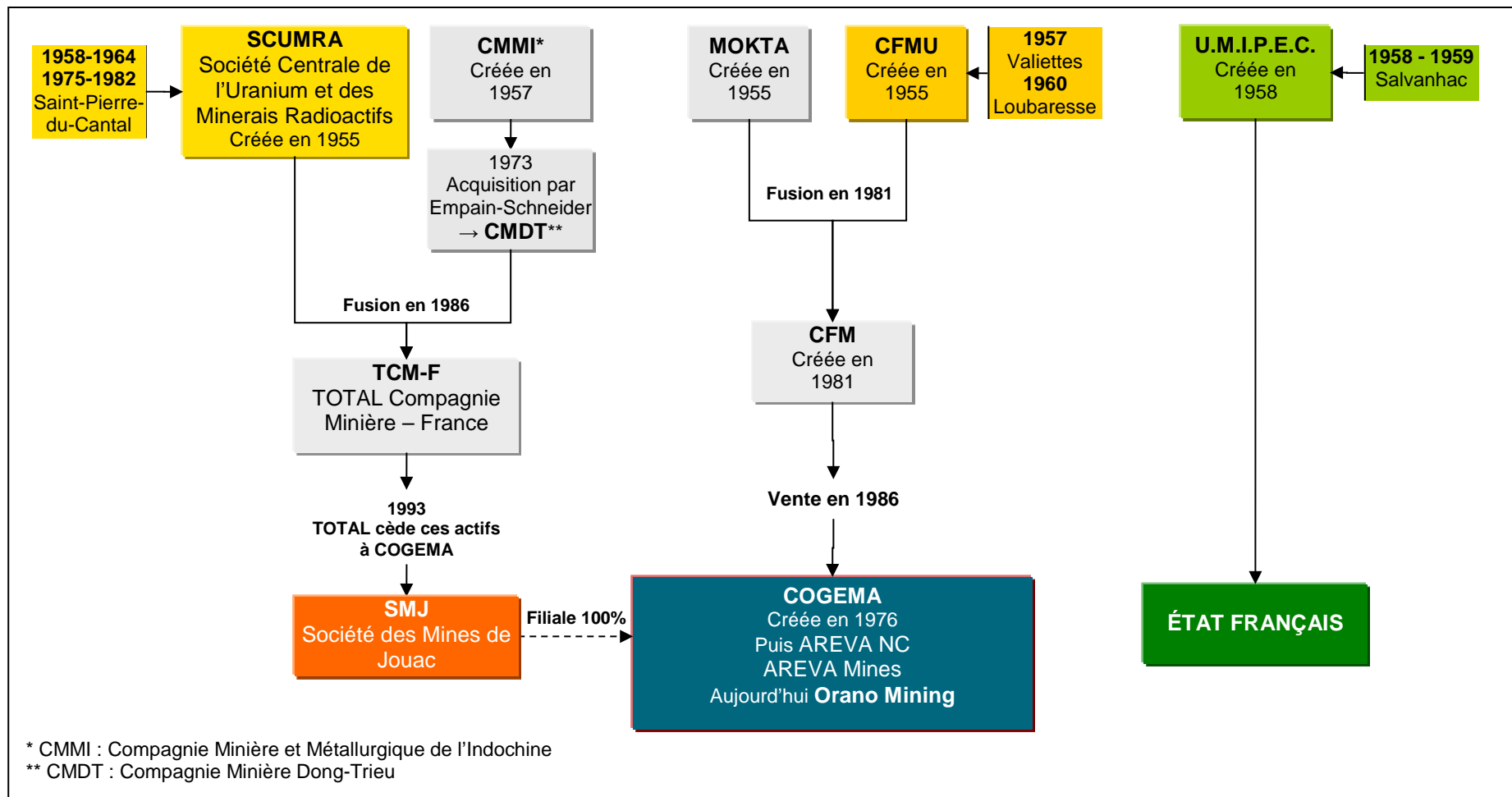
La succession des activités minières uranifères du Cantal est présentée sur le schéma ci-dessous.



La figure suivante détaille la succession des gestionnaires des sites aujourd'hui sous la responsabilité de SMJ et Orano Mining.

Il est à noter que le site de recherches de la société UMIPEC est aujourd'hui considéré comme orphelin, et donc sous la responsabilité de l'État, qui a fait procéder à sa mise en sécurité par comblement en mars 2013.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 14/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0



Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 15/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## 2 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE L'ENVIRONNEMENT DES SITES

### 2.1 CONTEXTE GÉOLOGIQUE [2] [3]

Le gisement de Saint-Pierre est situé dans une plage oligocène de 4 km<sup>2</sup> environ.

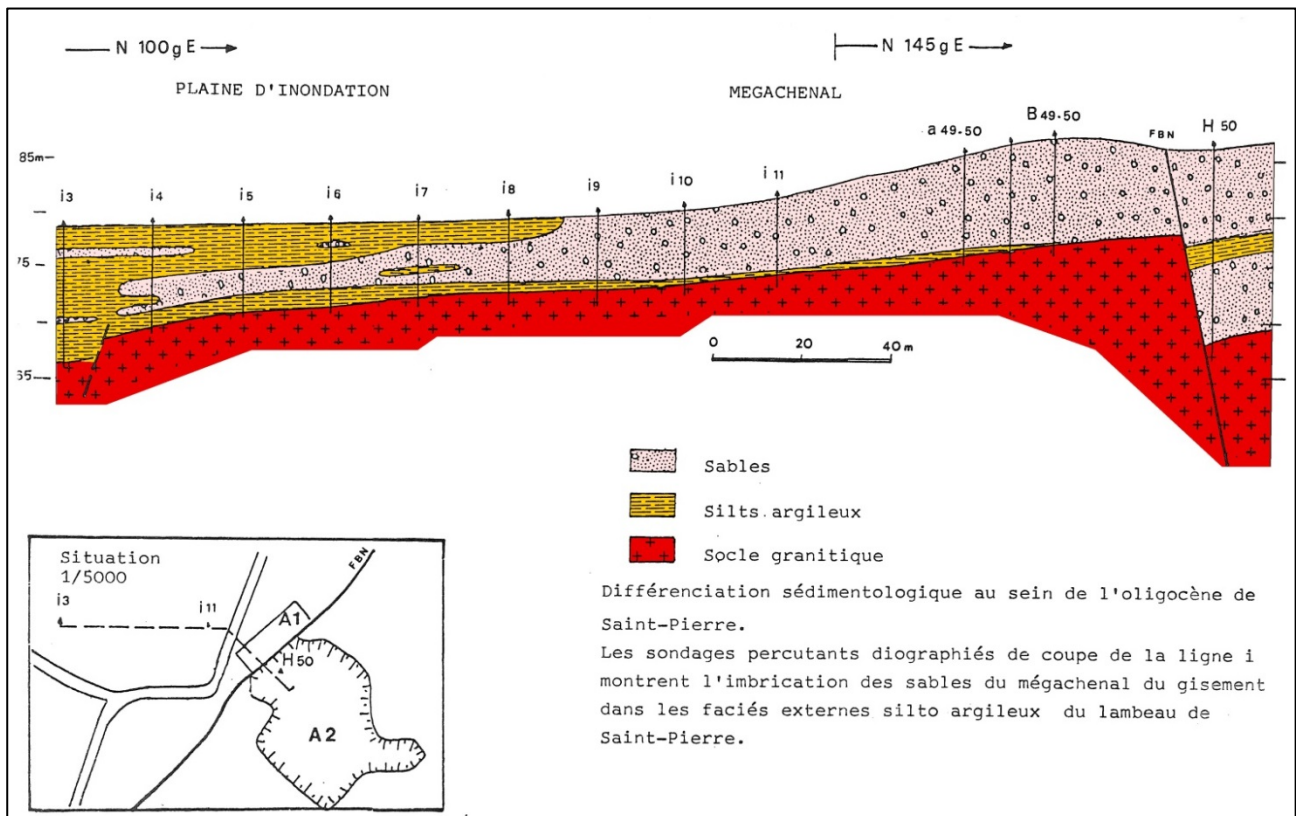
Le substratum de ces sables oligocènes est constitué par le granite d'Ussel. Il s'agit d'un massif circonscrit intrusif au Nord dans la série cristallphyllienne de Neuvic.

Le granite d'Ussel est un granite à biotite calco-alkalin, à grains moyen très homogène. Il est composé par du quartz, du microcline et d'une andésine acide automorphe, de la biotite et des minéraux opaques.

Certaines plages oligocènes de la région sont partiellement recouvertes par des lambeaux de coulées volcaniques, principalement basaltiques, d'âge pliocène. C'est le cas, en particulier, pour la plage de Saint-Pierre au nord-ouest du gisement (Puy-de-Teldes).

#### 2.1.1 Géologie des terrains uranifères

Le schéma suivant représente le contexte sédimentaire du gisement de Saint-Pierre.



**Coupe sédimentologique de l'oligocène de Saint-Pierre [3]**

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 16/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0



Le gisement se situe au niveau de deux types principaux de milieux sédimentaires :

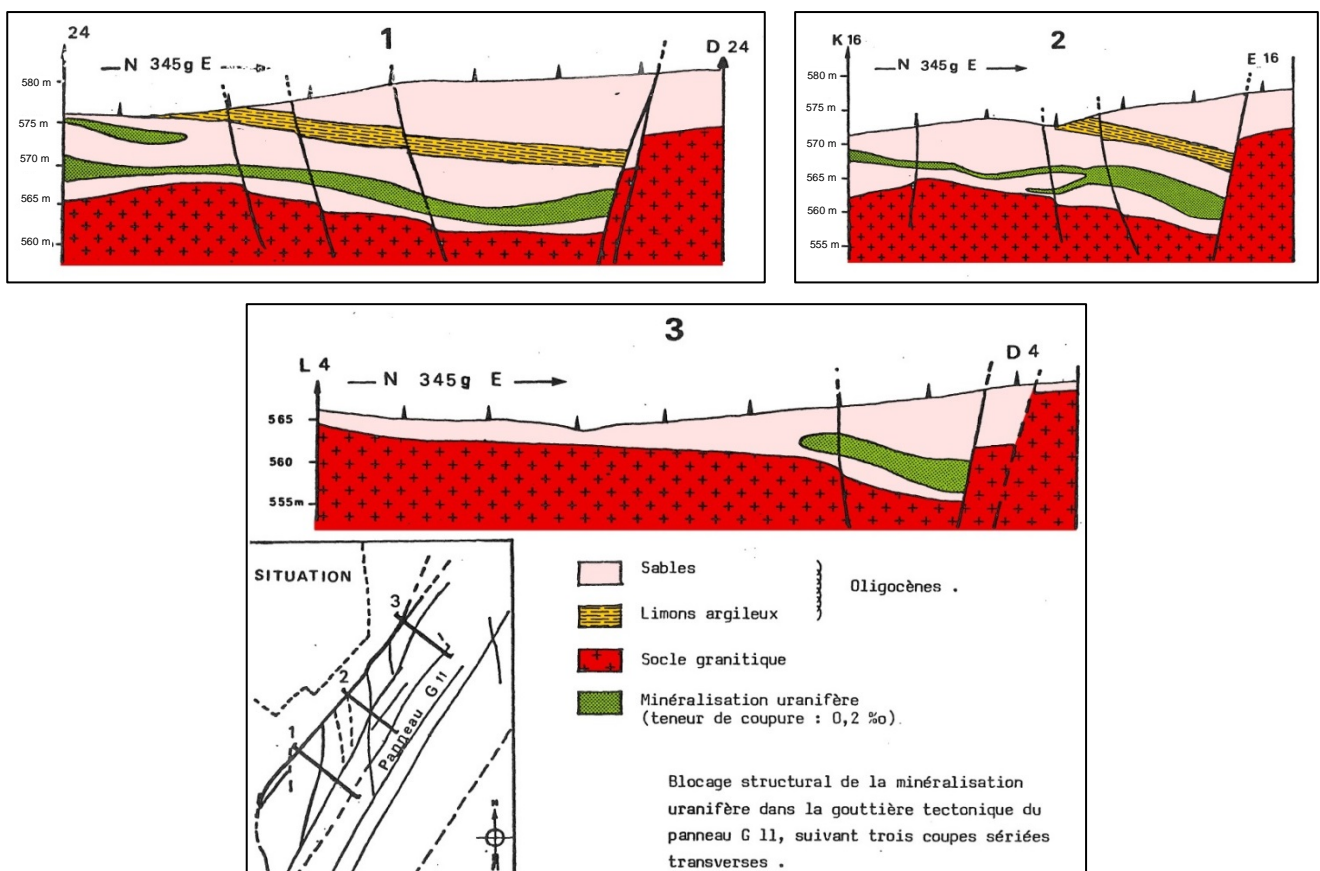
- Un milieu fluviatile à chenaux divagants constituant le chenal de Saint-Pierre qui comprend :
  - Une sédimentation de remplissage de chenaux d'amplitude métrique à décamétrique en milieu de forte énergie. Les stratifications sont entrecroisées en cuillères de grandes amplitudes.  
Ce sont des sables moyens à grossiers assez bien classés.
  - Une sédimentation d'épandage de méandre en milieu de forte et moyenne énergie à stratifications entrecroisées planaires ou en cuillère.  
Ce sont des sables moyens bien classés.
- Un milieu de dépôt de plaine d'inondation caractérisé par une stratification peu nette horizontale et une alternance de sables fins argiles et de silts.

### 2.1.2 Tectonique [3]

Le lambeau oligocène de Saint-Pierre forme une gouttière tectonique plongeant vers le Nord, et découpée en série de compartiments effondrés en « touches de piano » par un ensemble de failles transverses nord-est – sud-ouest.

### 2.1.3 Caractéristiques des minéralisations

Les minéralisations uranifères se localisent préférentiellement dans des lentilles stratiformes associées aux faciès sableux de granulométrie moyenne dans la zone du chenal de Saint Pierre.



Localisation des minéralisations au sein de l'oligocène de Saint-Pierre

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 17/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

Leur dépôt est directement lié à des phénomènes de piégeages :

- Blocage sédimentologique au sein du chenal
- Blocage litho stratigraphique au contact d'écrans peu perméables : socle granitique, niveaux argileux intermédiaires,
- Blocages structuraux au sein de gouttières tectoniques et contre des accidents transverses.

L'uranium est retrouvé sur des supports minéralogiques de type oxydé :

- L'autunite, phosphate hydraté d'uranium, se présente sous sa forme habituelle en lames carrées, ainsi que l'uranocircite,
- La francevillite, vanadate hydraté d'uranium et de baryum, sous forme de minéral poudreux de couleur jaune, ou dans une moindre mesure, la tyuyamunite.

#### **2.1.4 Autres sites du Cantal**

L'ensemble des autres sites du cantal sont situés en contexte granitique et diffèrent donc du gisement de Saint Pierre.

##### LOUBARESSE

La minéralisation de Loubaresse est localisée au niveau du contact gneiss à biotite-sillimanite et granite.

Elle se présente de façon majoritaire sous la forme d'autunite.

##### VALIETTES

Le gisement de Valiettes est localisé dans le batholite granitique, et plus précisément dans le leucogranite à grains fins (deux micas) et le granite porphyroïde à biotite.

La minéralisation de présente sous forme d'amas lenticulaires sur filons, avec prédominance d'autunite et présence de coffinite et de tobernite.

##### SALVANHAC

Le site de Salvanhac est situé dans le batholite de granite porphyroïde, dit leucogranite de Salvanhac.

Le petit gisement de Salvanhac (ou Siran) correspond à un filon de quartz minéralisé en pechblende, autunite et chalcocite, de direction N-S à N-NO, encaissé dans le leucogranite du Millevaches.

#### **2.1.5 Fond radiologique régional**

Les variations radiométriques des différents secteurs géographiques ont été mises en évidence à partir des visites de terrain. Elles sont essentiellement liées aux contextes géologiques différents des différents sites. Elles sont résumées dans le tableau suivant :

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 18/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

Secteur	Ordre de grandeur du fond radiologique naturel	
	Valeurs radiométriques (mesurées en chocs/seconde SPP2)	Débit d'équivalent de dose gamma (mesurées en microSieverts par heure ( $\mu$ Sv/h))
Secteur de Saint Pierre du Cantal	100 – 120	0,10
Secteur de Loubaresse	90 – 100	0,10
Secteur de Valiettes	90 – 100	0,10
Secteur de Salvanhac	110 – 130	0,10

## 2.2 ENVIRONNEMENTS PAYSAGERS ET DÉMOGRAPHIQUES

### 2.2.1 Relief et paysage à l'échelle régionale [4] [5] [6] [7]

Au centre du département se situe le Mont du Cantal. Ce massif est un vestige d'un ancien volcan dont le diamètre est de près de 60 km, et est ainsi le plus grand stratovolcan d'Europe. Son point culminant actuel, le Plomb du Cantal atteint 1 858 m.

D'autres sommets composent ce mont : le Puy Mary (1 787 m), le Puy Chavaroche (1 744 m), le Puy Violent (1 594 m), le Puy Griou (1 694 m), le Puy du Peyroux (1 686 m), le Puy Gros (1 599 m) et le Lioran ou Puy de Mussabiau (1 420 m).

Le Mont du Cantal a été considérablement modelé par l'érosion des anciens glaciers (vallées en auge, lignes de crêtes fortement découpées). De manière quasi géométrique, une vingtaine de vallées s'étirent comme des rayons vers la périphérie, entrecoupant les plateaux basaltiques (ou planèzes). Parmi elles les vallées de l'Impradine, de la Santoire, de la Cère, de l'Alagnon, de la Jordanne, de la Doire (rivière) et de la Rhue.

Ces rivières appartiennent à trois bassins versants majeurs : les bassins de la Garonne et de la Dordogne et de la Loire.

Entre ces vallées, se situent des plateaux :

- À l'Est, la Planèze de Saint-Flour est plutôt sèche,
- À l'Ouest le plateau de la Xaintrie.

Au Nord du Cantal, se situent les monts du Cézallier et les Monts Dore (Puy-de-Dôme), tandis qu'à l'Est, la chaîne de la Margeride se prolonge en direction des Cévennes.

Ces paysages sont localisés sur la Figure 1.

Les anciens sites miniers uranifères sont situés dans différents paysages du département :

- Les sites de Saint-Pierre et de Salvanhac sont localisés dans le paysage de la Xaintrie,
- Le site de Loubaresse est localisé entre la Planèze et la Margeride,
- Le site de Valiettes est en bordure de l'Aubrac.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 19/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## 2.2.2 Démographie du département [4] [5] [8]

La démographie du Cantal est caractérisée par une très faible densité et une population vieillissante, en décroissance quasi-continue depuis 1830.

Sur les 260 communes que comprend le département du Cantal, huit ont en 2007 une population municipale supérieure à 2 000 habitants, trois communes ont plus de 5 000 habitants, une seule a plus de 10 000 habitants : Aurillac.

Les anciens sites miniers uranifères sont situés dans des communes de faibles populations (< 1000 habitants) et de très faible densité (< 15 habitants/km<sup>2</sup>) (cf. Figure 2).

## 2.3 CONTEXTE CLIMATIQUE [10]

Le climat en Auvergne est inégal à l'image du relief de la région.

- Le secteur Ouest est sous influence océanique, avec une forte pluviosité, très étagée selon l'altitude, avec un maximum de 2 000 mm/an sur les monts du Cantal. Une forte dissymétrie existe entre les versants Ouest de pluviosité élevée, et les versants Est plus secs. La répartition saisonnière des précipitations est régulière, avec cependant un minimum en été et des précipitations hivernales très abondantes sous forme de neige.
- Sur les plaines du centre et l'Est de la région, cette tendance s'atténue nettement pour faire place à l'influence continentale qui se caractérise par des précipitations relativement modestes, généralement moins de 800 mm/an, voire moins de 600 mm/an sur les bassins intérieurs à l'abri des lignes de reliefs. Sur ces zones, on observe une sécheresse marquée en hiver et de fortes précipitations d'orage en fin de printemps et en été.
- Certains secteurs du Sud de l'Auvergne, et en particulier le Sud-Est de la Haute-Loire, sont soumis également à l'influence méditerranéenne qui apporte des situations anticycloniques stables en été, de soudaines et abondantes précipitations en automne (pluies de type cévenol), puis un hiver plutôt sec.

### 2.3.1 Pluviométrie

Comme décrit précédemment, la pluviométrie en Auvergne est très inégale selon les secteurs. Le tableau suivant présente les précipitations moyennes sur l'ensemble de la région.

Secteur	Influence climatique prédominante	Précipitations moyennes
Secteur Ouest	Océanique	Plus de 1 200 mm/an > 2 000 mm/an sur les Monts du Cantal
Secteurs centre et Est	Continentale	De 400 à 1 200 mm/an
Secteur Sud	Méditerranéenne	De 400 à 1 200 mm/an

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 20/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

### 2.3.2 Températures

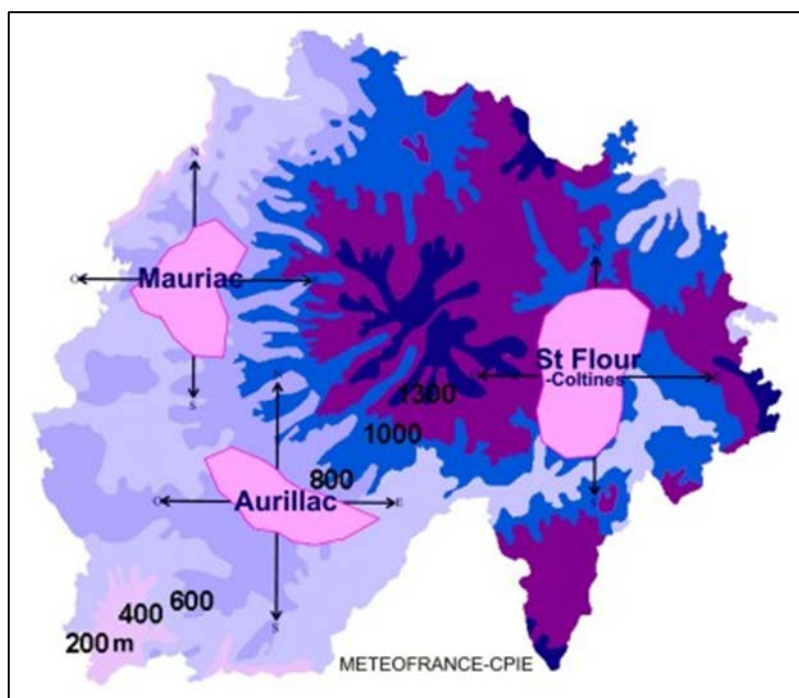
Les températures moyennes annuelles dépendent fortement du relief et sont donc très hétérogènes en Auvergne. Le tableau suivant présente les températures moyennes par département.

Département	Température moyenne minimale	Température moyenne maximale	Température moyenne
Allier (Vichy)	5,1 °C	15,9 °C	10,5 °C
Cantal (Aurillac)	5,4 °C	15,4 °C	Non connue
Haute-Loire (Le Puy-en-Velay)	3,8 °C	14,1 °C	8,9 °C
Puy-de-Dôme (Clermont-Ferrand)	5,7 °C	15,9 °C	10,8 °C

### 2.3.3 Vents

Du fait du relief, la direction comme la vitesse moyenne des vents est très variable en Auvergne.

Les vents sont déviés par le relief, comme représenté sur la figure suivante, les roses des vents différents suivant les villes.



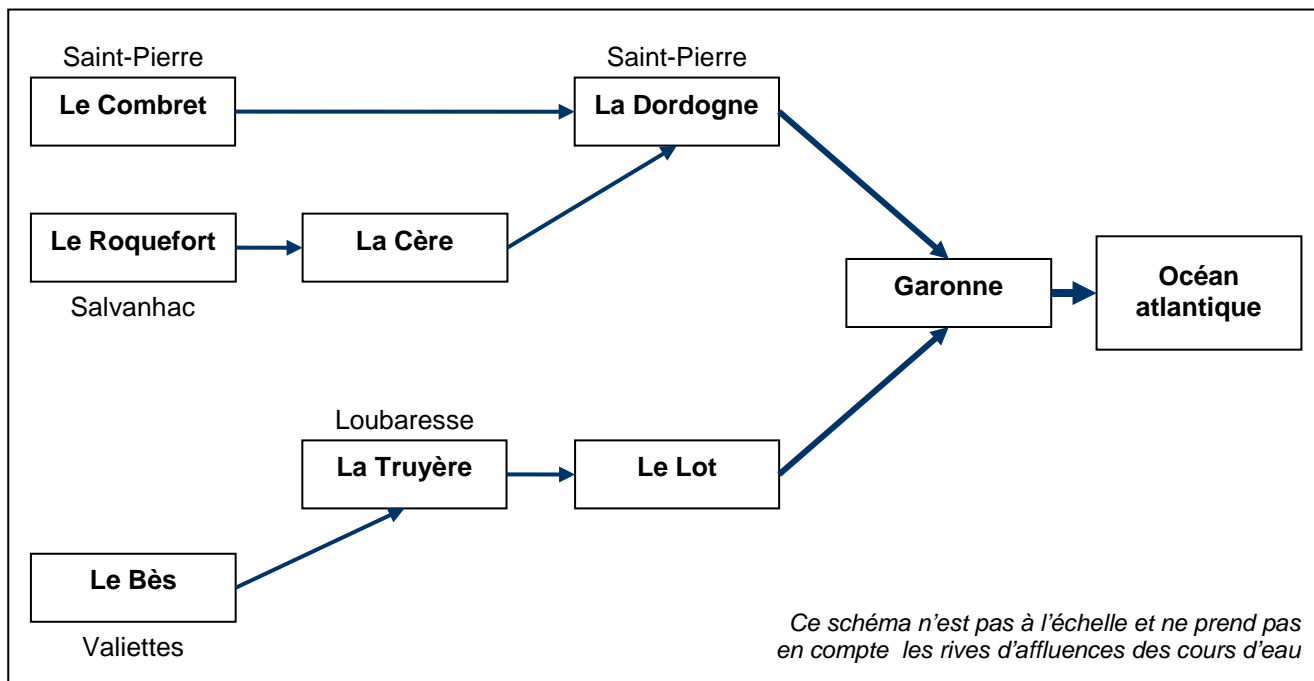
Carte topographique et roses des vents pour trois villes du département

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 21/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## 2.4 CONTEXTE HYDROLOGIQUE

### 2.4.1 Bassins versants

Les gisements exploités ou explorés dans le département du Cantal sont situés sur 4 bassins versants (Figure 5) :



### 2.4.2 Débits des cours d'eau [11]

Les données sur l'écoulement des cours d'eau sont fournies par des mesures de débits effectuées à des stations hydrométriques. Sur les secteurs concernés, les données disponibles sont fournies :

- Pour la rivière la Dordogne, par six stations :
  - En amont du site de Saint Pierre, à Bort-les-Orgues,
  - En aval du site de Saint-Pierre-du-Cantal et en amont de sa confluence avec la Cère, à Argentat, Brivezac et Beaulieu,
  - En aval des sites de Saint-Pierre-du-Cantal et de sa confluence avec la Cère, à Carennac ;
- Pour la rivière la Cère, par deux stations, à Laroquebrou et Gagnac-sur-Cère, respectivement en amont et en aval du site de Salvanhac ;
- Pour la rivière la Truyère, par deux stations :
  - À Malzieu-Ville, en amont du site de Loubaresse et de sa confluence avec la ,
  - À Neuvéglise, en amont du site de Loubaresse et de sa confluence avec le Bès ;
- Pour le Bès, par une station située à Marchastel, située en amont du site de Valiettes.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 22/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

Bassin versant		Localisation surface du BV (km <sup>2</sup> )	Débit moyen (m <sup>3</sup> /s)	Débit d'étiage		Crues		Débit maxi. journaliers (m <sup>3</sup> /s)	Débits maxi. instantanés (m <sup>3</sup> /s)
				QMNA2 (m <sup>3</sup> /s)	QMNA5 (m <sup>3</sup> /s)	QIX biennal (m <sup>3</sup> /s)	QIX décennal (m <sup>3</sup> /s)		
La Dordogne	Bort-les-Orgues	1 010	24	4,7	2,6	/	/	407	/
	Servières-le-Château (le Chastang)	4 319	95,6	13	7,2	/	/	991	/
	Argentat	4 420	106	18	9,6	620	1 100	1 650	1 230
	Brivezac	5 410	129	24	16	600	930	1 170 #	1 420 #
	Beaulieu (Altillac)	5 500	128	28	21	570	860	1 140 #	1 310 #
	Carennac	6 976	169	28	21	680	1 000	1 040 #	1 120 #
La Cère	Laroquebrou (à Nèpes)	733	/	/	/	/	/	33	50,9
	Gagnac-sur-Cère (à Brugale)	963	/	/	/	/	/	64	109
Le Bès	Marchastel (pont de Marchastel)	82	2,22	0,2	0,13	48	85	48,9 #	123 #
La Tuyère	Malzieu-Ville (le Soulier)	542	7,75	1,2	0,46	/	/	217	/
	Neuvéglise (Grandval)	1 782	25,3	3,4	2	/	/	654	/

# : Valeur 'estimée' (mesurée ou reconstituée) que le gestionnaire (DIREN) juge incertaine

/ : Non mesurée ou calculée

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

- le relief environnant (monts, plateaux, plaines),
- 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,
- la présence de barrage, qui atténue en particulier les débits en période de crue (notable sur la rivière la Dordogne).

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 23/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

### 2.4.3 Utilisation des eaux

#### **Barrages et production d'hydroélectricité [12] [13] [13]**

Plusieurs barrages hydroélectriques sont situés en amont proche et en aval des anciens sites miniers uranifères du Cantal.

##### La Dordogne :

En amont du site de Saint-Pierre-du-Cantal se situe le barrage hydroélectrique de Bort-les-Orgues.

Ce barrage, exploité par Électricité De France (EDF) forme un réservoir de 477 millions de m<sup>3</sup>, sur une surface de 1 070 ha. Cette retenue est la plus importante en France pour un barrage en béton.

Bien moins important que le précédent, le barrage de Marèges se situe quant à lui à 7 km à l'ouest et en aval du site de Saint-Pierre-du-Cantal. Il alimente une centrale hydroélectrique gérée par Société HydroÉlectrique du Midi (SHEM).

La retenue de ce barrage forme un lac artificiel de 47 millions de m<sup>3</sup>, sur une surface de 200 ha.

D'autres grands barrages hydroélectriques sont situés entre le barrage de Marèges et la confluence entre la Dordogne et la Cère qui correspond au bassin versant du site de Salvanhac. :

- Le barrage de l'Aigle, en partie sur la commune de Soursac (19) et sur la commune de Chalvignac (15),
- Le barrage du Chastang, entre Saint-Martin-la-Méanne et Servières-le-Château (19),
- Le barrage d'Argentat, ou barrage des Sabliers, à Argentat (19).

En aval de la confluence entre la Dordogne et la Cère se situe le barrage de Mauzac, situé entre les communes de Calès et de Mauzac-et-Grand-Castang, en Aquitaine.

##### La Cère :

Localisé en amont du site de Salvanhac, le barrage de Saint-Étienne-Cantalès est situé sur les communes de Saint-Gérons et de Saint-Étienne-Cantalès (15).

Il retient les eaux de la Cère. Exploité par EDF, il constitue une retenue d'eau de 133 millions de m<sup>3</sup>, sur une surface de 560 ha.

En aval immédiat du barrage de Saint-Étienne-Cantalès, et en amont de la confluence entre la Cère et le ruisseau le Roquefort (bassin versant de Salvanhac), se situe le barrage de Nèpes. Cette retenue d'eau, de 1,9 millions de m<sup>3</sup>, sur une surface de 35 ha, fait office de bassin de compensation. Ses eaux sont amenées par conduite forcée jusqu'à l'usine hydroélectrique de Lamativie.

La retenue de Montvert, d'une superficie de 0,5 ha et d'un volume de 30 000 m<sup>3</sup> alimente également, via une conduite forcée, l'usine hydroélectrique de Lamativie.

Elle est située en aval hydraulique du site de Salvanhac.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 24/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0



## La Truyère

Des barrages hydroélectriques sont situés en aval hydraulique des sites de Loubaresse et de Valiettes.

Les principales caractéristiques des réservoirs sont synthétisées dans le tableau suivant :

Nom	Commune(s)	Exploitant de l'usine hydroélectrique associée	Volume du réservoir	Superficie du réservoir
<b>Barrage de Grandval</b>	Lavastrie et de Fridefont (15)	EDF	270 Mm <sup>3</sup>	1 100 ha
<b>Barrage de Lanau</b>	Chaudes-Aïgues, Saint-Martial, Neuvéglise, Lavastrie et Fridefont. (15)	EDF	18 Mm <sup>3</sup>	158 ha
<b>Barrage de Sarrans</b>	Brommat (12)	EDF	300 Mm <sup>3</sup>	1 000 ha

## Alimentation en eau potable

Du fait de son contexte géologique, principalement volcanique et granitique, le département du Cantal possède un potentiel aquifère très important.

Il est à noter la présence de très nombreuses sources minérales exploitées, majoritairement au niveau des formations associées au volcanisme.

Ainsi, 770 captages utilisés pour la distribution publique d'eau potable sont répertoriés dans le département.

Le tableau suivant synthétise le nombre de captage AEP par commune concernée par un ancien site minier :

Commune	Site	Type de travaux	Nombre de captages AEP sur la commune
Saint-Pierre	Saint-Pierre	MCO	0
Val d'Arcomie	Loubaresse	TRPC	0
Anterrieux	Valiettes	TRPC	1
Siran	Salvanhac	TRPC	3 à 9

Les travaux réalisés sur les communes d'Anterrieux et de Siran, concernées par la présence de captages AEP, ont été de faible importance (travaux de recherches uniquement).

Concernant le site de Saint Pierre, le bassin sédimentaire du site représente un aquifère potentiel de très faible importance (surface et puissance très limitées). Ainsi, aucun captage d'eau potable n'est déclaré dans la commune de Saint-Pierre-du-Cantal.

De plus, aucune prise d'eau potable n'est réalisée dans la Dordogne en aval proche du site.

Il est à noter par ailleurs la présence d'un captage d'eau superficielle en amont du site de Salvanhac, dans la rivière la Cère, entre les communes de Laroquebrou et Saint-Gérons.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 25/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## **Le tourisme et les loisirs**

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

Les nombreux barrages répertoriés aux environs des anciens sites miniers ont pour l'essentiel fait l'objet d'aménagement afin d'accueillir des activités de loisir, et en particulier nautiques.

il est à noter en particulier la présence, à proximité de l'ancien site minier de Saint-Pierre-du-Cantal, des bases nautiques de Bort-les-Orgues, en amont, et de Neuvic, hors bassin versant.

La capacité d'hébergement touristique du département du Cantal comprend principalement :

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

## **2.5 CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE**

### **Site de Saint-Pierre-du-Cantal [16] 0**

Une étude de l'impact hydrogéologique du site a été menée en 2000 par la société ANTEA.

La description du contexte hydrogéologique est citée ci-après :

*« [...] Le bassin sédimentaire de Saint-Pierre représente un aquifère potentiel. Cependant, sa petite surface représente une très faible potentialité. [...] »*

*Les roches cristallines représentant un aquifère bi-couche :*

- *L'arène granitique assimilable à un milieu poreux ;*
- *Le granite lorsqu'il est fracturé assimilable à un milieu fissuré. ».*

*Réhabilitation de la mine de Saint-Pierre (Cantal) - Impact hydrogéologique – SMJ, ANTEA, décembre 2000*

Ce contexte hydrogéologique est expliqué plus en détail dans le cadre du dossier de cessation activité et réaménagement du site ICPE de Saint-Pierre.

Cette description est citée dans les paragraphes suivants :

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 26/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

« Le gisement de Saint-Pierre est situé sur un plateau correspondant à un petit bassin sédimentaire (oligocène inférieur) d'une dizaine de mètres d'épaisseur dominé par les basaltes du Puy de Teldes. Les dépôts fluviodeltaïques, peu consolidés du bassin, reposent sur un socle de granite à biotite (granite d'Ussel réputé imperméable dont la topographie qui n'a pas été affectée par l'exploitation, guide l'écoulement naturel des eaux souterraines. Le niveau piézométrique du bassin constituant l'aquifère de la région de Saint-Pierre, coïncidait avec le toit de la minéralisation qui sub-affleurait avant l'exploitation.

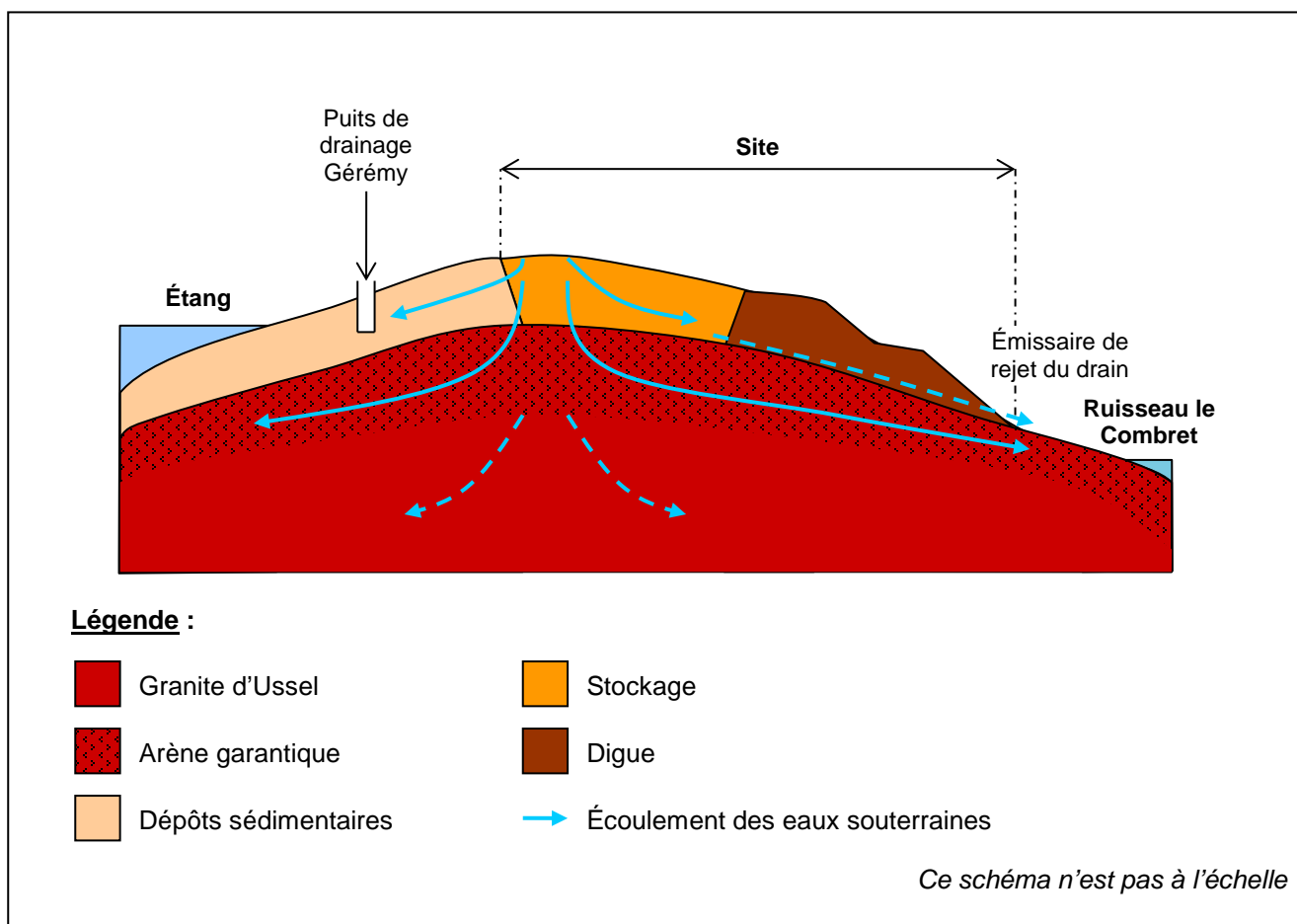
Au niveau du gisement, les eaux superficielles et souterraines du bassin, suivent le compartiment affaissé sud-est d'une faille sous-jacente orientée nord-est/sud-ouest qui canalise les eaux vers le nord-est. Ces eaux convergent vers un petit ruisseau qui rejoint le Combret.

Au sud-ouest de la zone exploitée, les eaux souterraines suivent la pente du granite et s'écoulent vers l'Ouest/sud-ouest. Un puits de drainage situé hors du domaine foncier de SMJ (puits Gérémy) parcelle ZI 12, localisé dans l'axe de cet écoulement, permet le contrôle de la qualité des eaux de ce secteur du bassin sédimentaire. Il subsiste un puits (situé en aval hydraulique du cimetière : puits Vigier) sur le terrain d'une maison restée en l'état pendant l'exploitation de la mine.

Il est en outre possible que des eaux s'infiltrent dans le granite et y circulent le long des zones fracturées. »

Site de Saint-Pierre (Cantal) - Dossier de cessation activité et réaménagement (au titre des ICPE), SMJ, 2002

Le schéma conceptuel suivant reprend les descriptions faites précédemment :



Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 27/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## Autres sites du Cantal

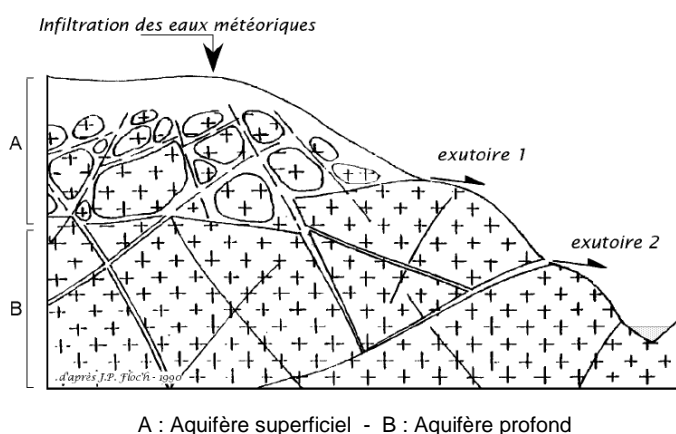
La Figure 4 présente deux cartes schématiques de la région Auvergne : la première présente la nature des terrains aquifères et la seconde met en évidence la sensibilité de ces derniers (intérêt stratégique, à protéger...). Ces aquifères sont liés à la nature même du sol et du sous-sol.

Hormis le site de Saint-Pierre-du-Cantal décrit précédemment, les secteurs concernés par les autres 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).

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 28/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## 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).

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 29/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

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'exploitation<sup>1</sup> (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 du Cantal ont été autorisées au titre de la Police des Mines conformément à la législation minière en vigueur au moment de leur mise en chantier.

Ainsi, seul le site minier de Saint-Pierre-du-Cantal a fait l'objet d'une procédure d'ouverture des travaux miniers (octroi par arrêté ministériel du permis d'exploitation de Saint Pierre au profit de la SCUMRA jusqu'au 13/06/1964 (renouvellement par arrêté du permis de Saint Pierre le 22/05/1964 jusqu'au 13/06/1969, puis le 29/09/1969 jusqu'au 13/06/1974)).

Les autres sites du Cantal sont des travaux de recherches, réalisés sous couvert d'un permis de recherches.

Les sites de Loubaresse et de Valiettes ont fait l'objet d'une déclaration d'ouverture des travaux de recherches (lettre en date du 16/03/1960 de la CFMU à l'Ingénieur en Chef des Mines).

Le site de Salvanhac a par ailleurs fait l'objet d'une autorisation de disposer des produits de recherches de minerais uranifères.

#### Procédures de fermeture des sites :

Au fil des années, les procédures d'arrêt des travaux définis 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 le Préfet.

La conformité du réaménagement était contrôlée par une visite sur site de l'Ingénieur des Mines, qui pouvait ne pas être suivie d'un constat, notamment dans le cas où les travaux réalisés n'appelaient d'observations particulière ou de prescription par voie préfectoral.

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.* ».

<sup>1</sup> 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.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 30/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

→ 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. Il est à noter que le délaissement ne vaut pas 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 cas échéant, le préfet fixait par arrêté les éventuels travaux complémentaires jugés nécessaires et leur délai d'achèvement. L'abandon effectif était subordonné à la réalisation de ces travaux.

→ 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,

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 31/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

- 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'Etat 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 donner 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, le site revient dans le droit commun qui s'applique alors (Code Civil, Code Général des Collectivités Territoriales) en lieu et place du Code Minier et de la police spéciale des mines, dès lors que le site a fait l'objet d'un arrêt régulier.

→ *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 du Cantal, 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.**

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 32/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0



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

<b>Date de fin d'exploitation</b>	<b>Textes réglementaires</b>	<b>Procédures applicables</b>
Avant juillet 1972	Décret du 14 janvier 1909 (modifié en 1970 – Art. 71-2)	Courrier au Préfet (prescriptions le cas échéant)
De juillet 1972 à mai 1980	Décret n° 72-645 du 4 juillet 1972	Courrier à l'Ingénieur en Chef des Mines au Préfet (prescriptions le cas échéant)
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 :**

Le Règlement Général des Industries Extractives (décret n°80-331 du 7 Mai 1980 complété par le décret n°90-222 du 9 Mars 1990), et son chapitre dédié aux rayonnements ionisants, 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 déclinées à l'échelle locale par des arrêtés préfectoraux, prescrivant la surveillance radiologique des sites miniers réaménagés. 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.

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.* »

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 33/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

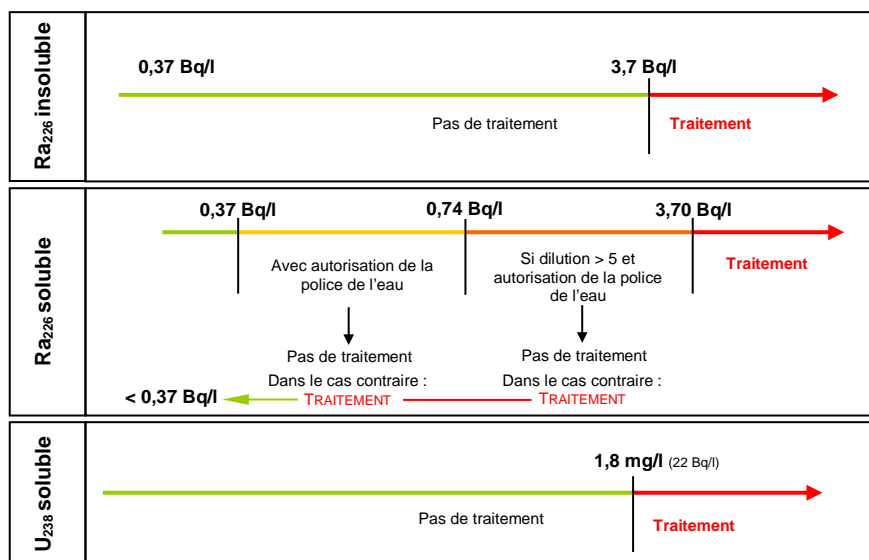
Concernant les produits liquides, le décret n° 90-222 précité, dispose que « toutes les eaux de l'exploitation, y compris les eaux de ruissellement, doivent être captées en vue d'une surveillance et d'un traitement éventuel ».

Le rejet du site de Saint Pierre respecte les 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 retenaient la valeur de 0,74 Bq/l quelque soit le rapport de dilution.

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



Les autres sites sous la responsabilité d'Orano Mining n'émettent aucun rejet identifié.

### **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.).

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 34/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

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 2014 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, E, S, C <sup>(1)</sup>	Rayon <sup>(2)</sup>	AMPG	Capacité de l'activité
1700	Substances radioactives sous forme non scellée (activités nucléaires mettant en œuvre des mises en œuvre dans un établissement industriel ou commercial hors accélérateurs de particules et secteur médical.  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. « QNS » : calcul du coefficient Q tel que défini à l'annexe 13-8 de la première partie du code de la santé publique pour les substances radioactives non scellées.					
1716	Substances radioactives mentionnées à la rubrique 1700 autres que celles mentionnées à la rubrique 1735 dès lors que leur quantité susceptible d'être présente est supérieure à 10 m <sup>3</sup> et que les conditions d'exemption mentionnées au 1° du I de l'article R. 1333-18 du code de la santé publique ne sont pas remplies. 1. La valeur de QNS est égale ou supérieure à 10 <sup>4</sup> 2. La valeur de QNS est égale ou supérieure à 1 et strictement inférieure à 10 <sup>4</sup>  Nota : la valeur de QNS porte sur l'ensemble des substances radioactives mentionnées à la rubrique 1700 autres que celles mentionnées à la rubrique 1735 susceptibles d'être présentes dans l'installation. Elle est calculée suivant les modalités mentionnées à l'annexe 13-8 de la première partie du code de la santé publique.	A D	2 -	- o		
1735	Substances radioactives (dépôt, entreposage ou stockage de) sous forme de résidus solides de minerai 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

### Remarque :

**Sur le département du Cantal, il a une Installation Classée pour la Protection de l'Environnement de type stockage de résidus de traitement du minerai d'uranium : le site de Saint-Pierre-du-Cantal. Le site était initialement classé sous la rubrique 385 quinquies II 1 a par arrêtés préfectoraux en 1976 et 1986. Il bénéficie aujourd'hui d'un classement par antériorité sous la rubrique 1735 précédemment décrite.**

### 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,

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 35/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

- 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 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, le statut des matières présentes en dépôts sur les sites des anciennes mines d'uranium est défini. Les résidus de traitement du minerai des stockages sont clairement des déchets radioactifs, dont la gestion est encadrée par la législation des ICPE et le Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 36/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

### 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) [17] :

- 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 recherches 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* ».

Orano 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,

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 37/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

- 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.

### 3.2.2 MIMAUSA [18]

Désirant acquérir une vision complète des activités minières uranifères sur le territoire français, le MEEDDM 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 miniers 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 miniers d'uranium et la base de données nationale des sites miniers 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 miniers 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.

La nouvelle version de la base de données MIMAUSA a été publiée en mars 2017. Elle prend notamment en compte les données issues des bilans environnementaux réalisés par Orano Mining, ainsi que les rapports de contrôles de second niveau effectués par l'IRSN.

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

Orano 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 miniers** : « *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,...) ;

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 38/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

- **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 Orano Mining] 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 Orano Mining 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 du Cantal, prescrit à Orano Mining par arrêté préfectoral l'arrêté préfectoral n°2010-812 du 21 juin 2010 (Annexe 6), s'inscrit dans le cadre de l'axe 2 de cette circulaire.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 39/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## 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 20 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).

Le tableau suivant présente les sites ayant fait l'objet de travaux de reconnaissance sur le département du Cantal :

Sites miniers	Périodes d'exploitation	Nature des travaux
Loubaresse	1960	Creusement d'un travers-banc
Valiettes	1957	Creusement d'un puits et de 2 travers-bancs accompagnés de galeries sur 3 niveaux (N-7, N-16 et N-25)
Salvanhac	1958 – 1959	Creusement d'une tranchée puis d'un puits d'une vingtaine de mètres de profondeur

#### 4.1.2 Exploitation souterraine

L'infrastructure d'accès aux mines souterraines était constituée :

- soit d'un puits vertical 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.

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...

Aucun site du Cantal n'a fait l'objet d'une exploitation par travaux miniers souterrains.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 40/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0



### 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 génère un ratio tonnes de minerai / tonnes brutes important, de l'ordre de 1/10 (1/1 pour les travaux souterrains).

Sur le département du Cantal, seul le site de Saint-Pierre-du-Cantal a fait l'objet de travaux d'exploitation à ciel ouvert.

Du fait du caractère affleurant du gisement, la mine à ciel ouvert de Saint-Pierre a été exploitée sur une très faible profondeur, de 20 m maximum.

L'exploitation a été réalisée :

- Durant la première période d'exploitation, de 1958 à 1964, par dragline (godet de 1200 litres et flèche de 18 m),
- Pendant la seconde période, de 1975 à 1982, par pelle hydraulique.

Le caractère sablo-argileux sédimentaire du gisement a ainsi permis de ne pas utiliser d'explosifs durant toute la durée de l'exploitation.

## 4.2 LE TRAITEMENT DU MINERAI

L'exploitation de l'usine de concentration de Minerais d'Uranium à St Pierre a été autorisée au titre des installations classées par arrêté préfectoral du 9 novembre 1976. Cette autorisation a été délivrée à la SCUMRA.

Elle a commencé son exploitation à partir de juin 1977 :

- De juin 1977 à août 1982 où ont été traités les minerais locaux (sables et argiles) ; les résidus de lixiviation ont été utilisés pour le comblement des fosses à ciel ouvert.
  - 228 003 tonnes de minerais à 0,133% soit 303 tonnes d'U métal
- D'août 1982 à juin 1985 où ont été traités des minerais en provenance d'autres gisements (granitiques) de SCUMRA (Creuse, Corrèze, Aveyron) et des minerais pauvres locaux entreposés sur le site.
  - 198 297 tonnes de minerais à 0,129% soit 255 tonnes d'U métal
  - 135 499 tonnes de minerais à 0,055% soit 74 tonnes d'U métal.

Le bilan s'établit donc à une production usine de 632 tonnes d'uranium (production mine de St Pierre de 1 350 tonnes d'uranium – avant 1977 les minerais étaient traités à l'usine SIMO de Bessines sur Gartempe).

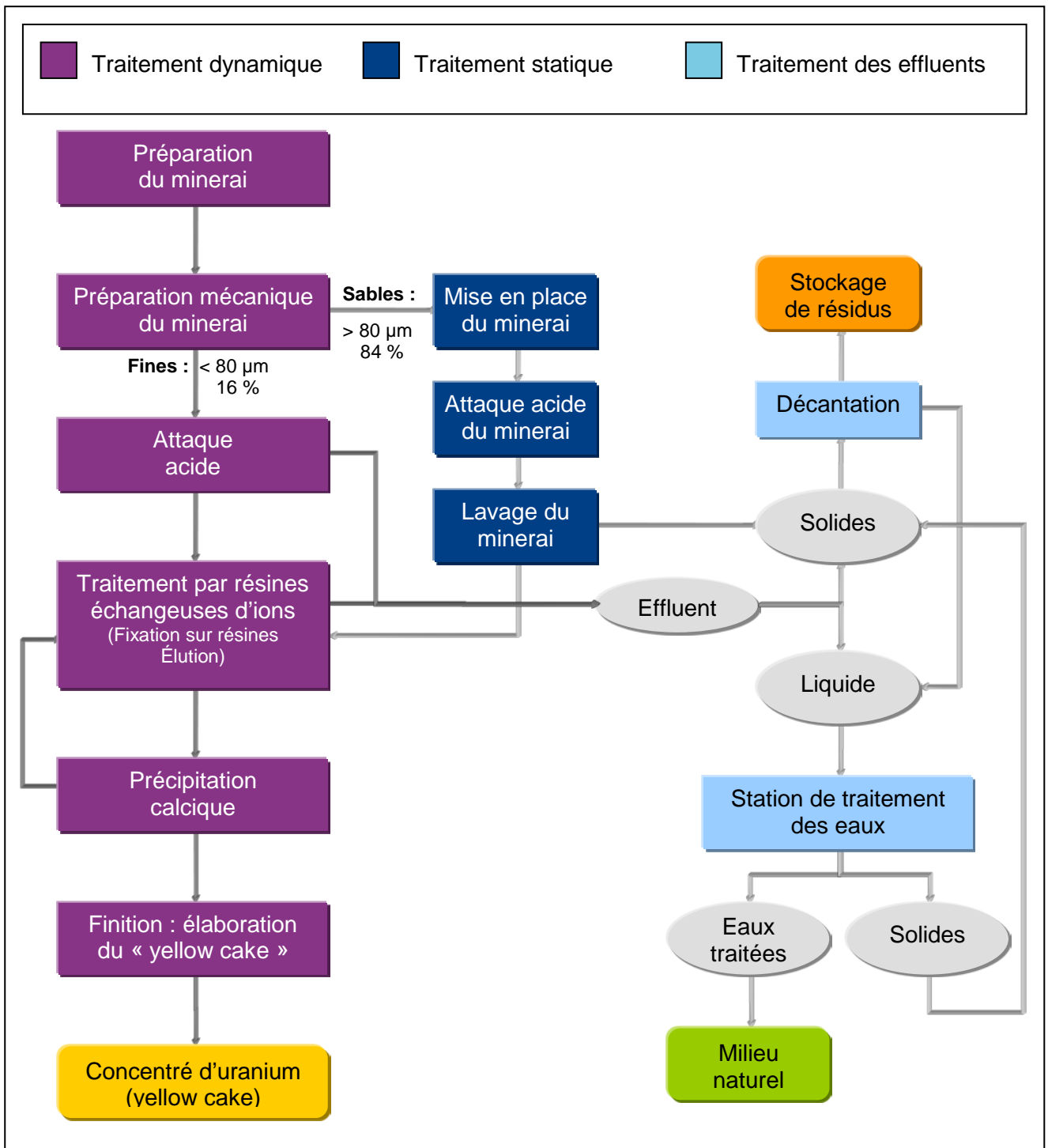
L'arrêté préfectoral du 02 juin 1986 complète les prescriptions de surveillance du site de stockage de résidus.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 41/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

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

- Le traitement par lixiviation statique, pour les sables, de granulométrie supérieure à 80 µm,
- Le traitement par lixiviation dynamique, pour les fines dont la granulométrie est inférieure à 80 µm.

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

L'usine de St Pierre produisait un uranate de magnésie (« yellow cake ») à partir de pulpes et de solution de lixiviation. Le procédé peut être décrit comme suit [1] :

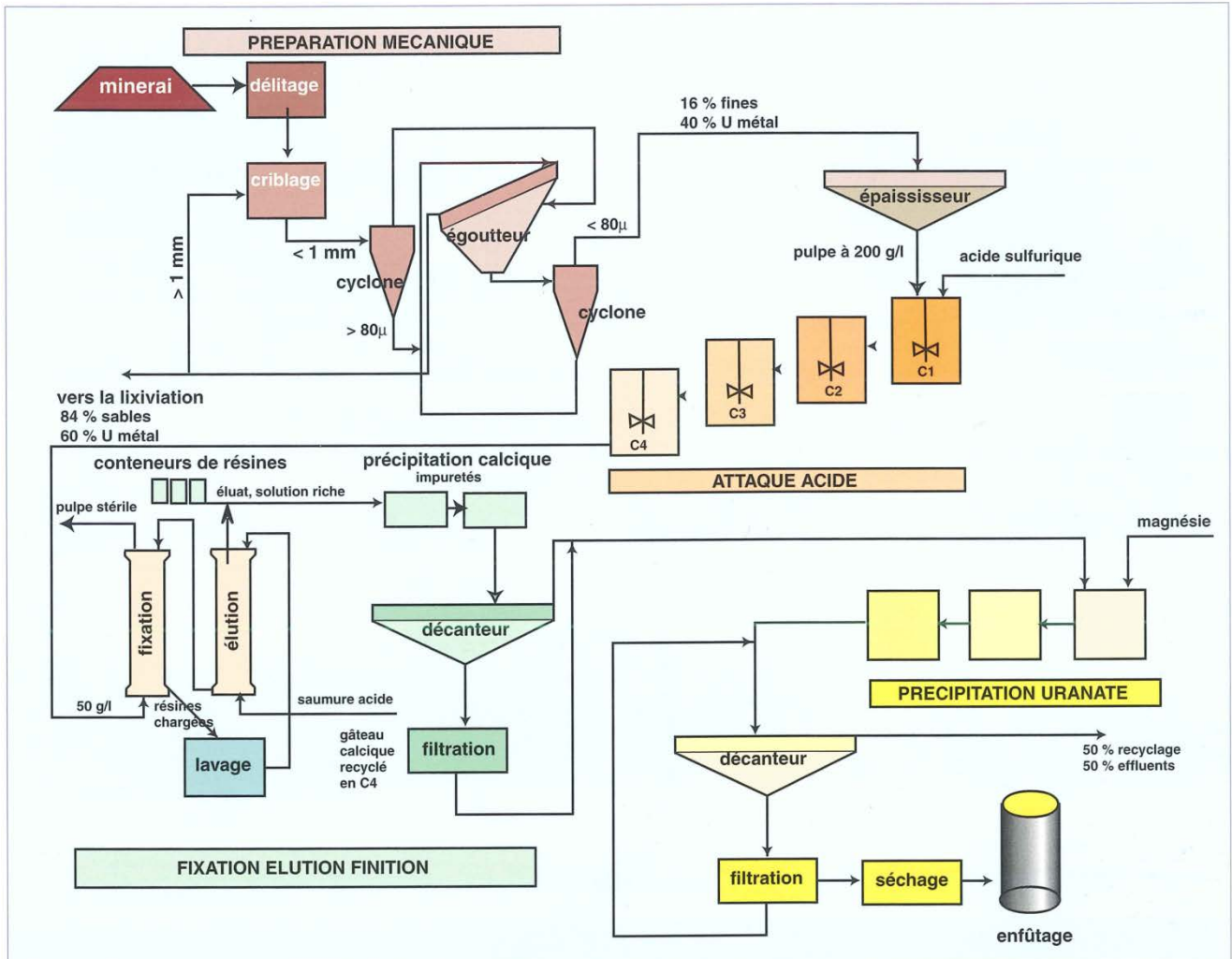


Schéma du traitement des minerais à l'usine de Saint-Pierre. © P.C. Guiollard

- **Une attaque physique** par puissant jet d'eau pour les minerais locaux (séparation des sables et des « fines ») et par concassage pour les minerais granitiques. Les parties les plus grossières étaient dirigées par transporteur vers l'aire de lixiviation et les fines pompées vers un décanteur.
- **Une phase chimique** de solubilisation avec une attaque à l'acide sulfurique dans des cuves agitées pour les fines
- **Une phase d'extraction et d'enrichissement, ou traitement par résines échangeuses d'ions**, où les liqueurs uranifères issues de la phase chimique sont dirigées à la base de deux colonnes de fixation dans lesquelles elles circulent à contre courant avec une résine échangeuse d'ion qui fixe l'uranium. La résine chargée d'uranium, recueillie à la base des colonnes, est renvoyée après lavage en tête de deux colonnes d'élution (extraction de l'uranium) et circule à contre courant avec une solution de saumure acidifiée
- **Une préparation de l'uranate de magnésie par précipitation calcique** :

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 43/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

Cette étape consiste en une neutralisation de l'éluat (3,5 g d'U/litre) par addition de lait de chaux qui précipite les impuretés. On obtient, par filtration, un gâteau calcique qui est recyclé dans une 3<sup>ème</sup> cuve d'attaque.

- **L'élaboration du yellow cake :**

Cette étape consiste en l'addition d'un lait de magnésie jusqu'à complète neutralité. L'uranium précipite alors sous forme d'uranate de magnésie, appelé yellow cake. Puis suit une étape de filtration puis de séchage dans un four. Le concentré obtenu titre 70% d'uranium. Il est conditionné en fûts de 200 litres pour son expédition vers l'usine de Comurhex de Malvési (Aude). Un lot constitué de 24 fûts représentait environ 4 tonnes d'uranium.

#### **4.2.2 Le traitement statique ou lixiviation en stalles**

Le procédé de traitement statique, ou lixiviation en stalles, consiste à extraire l'uranium, contenu dans le minerai concassé à 80 µm 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 est mis en place sur une aire étanche, légèrement inclinée, en une seule couche de 3 à 4 m de hauteur ;

- **L'attaque du minerai :**

Une liqueur d'attaque à l'acide sulfurique, est envoyée au-dessus du minerai par un réseau d'arrosage. Cette solution est recyclée systématiquement. Son acidité libre baisse peu à peu jusqu'à 10 g/l et, parallèlement, son titre en uranium s'élève ;

- **Le lavage du minerai :**

Le lavage est ensuite opéré avec des liqueurs de pH encore inférieur à celles utilisées la phase d'attaque (à pH 1,2). Le soutirage est simultané. Les liqueurs, une fois le processus de lavage achevé, sont envoyées à l'usine de traitement dynamique pour subir le traitement par résines échangeuses d'ions et la phase de finition, selon les procédés décrits au paragraphe précédent (4.2.1 - Le traitement dynamique) ;

- **L'évacuation des résidus de traitement :**

Les résidus sont évacués par camion et mis en verse dans la mine à ciel ouvert.

#### **4.2.3 Le traitement des effluents durant l'exploitation**

Les effluents liquides de l'usine ont été neutralisés à la chaux, puis décantés dans 2 bassins. La concentration en radium de ces effluents est diminuée par addition de chlorure de baryum.

Les boues issues du traitement des eaux et effluents ont été stockées sur le site, de manière similaire aux résidus de traitement.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 44/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## 5 PRÉSENTATION DES SITES MINIERES

### 5.1 GÉNÉRALITÉS

Les activités minières uranifères du département du Cantal comprennent 4 sites d'importance inégale. Les petits sites correspondent à des travaux de recherches. Le seul site important en terme de quantité de minerai extrait est le site de Saint-Pierre-du-Cantal, exploité en mine à ciel ouvert.

Afin d'établir ce bilan de fonctionnement des sites miniers du Cantal, 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 500 à 503.

À 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 de l'année 2013 sont également présentées en annexe 2.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 45/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

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 du Cantal ont fait l'objet de travaux sur différents permis de recherches 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
Saint-Pierre-du-Cantal	1958 - 1982 (pour la mine)	Permis d'exploitation de SAINT PIERRE II (SCUMRA - expiré le 05/05/1986)
Loubaresse	1960	Permis exclusif de recherches de LOUBARESSE (CFMU – expiré le 11/08/1962)
Valiettes	1957	Permis exclusif de recherches de Chaudes-Aigues (CFMU – expiré le 11/08/1962)
Salvanhac	1958 – 1959	Permis exclusif de recherches de Siran Sud (U.M.P.I.P.E.C. – annulé le 11/09/1962)

Seule la concession du Puy de Teldes, octroyée pour 25 ans par décret du 30/10/1990 (JO du 08/11/1990), est valide, et ce jusqu'au 11/08/2015. Il est à noter que cette concession est située à la limite Nord du site de Saint-Pierre-du-Cantal, mais ne comprend pas le site en lui-même.

Il n'existe aucun autre titre minier en cours de validité dans le Cantal.

### 5.2.2 Situation administrative relative à la fermeture des sites

Le site minier de Saint-Pierre-du-Cantal a fait l'objet d'une déclaration d'abandon des travaux miniers, prise au titre des dispositions du décret 80-330 du 7 mai 1980 et acté par arrêté préfectoral du 16/01/1987. Les travaux miniers sont donc régulièrement arrêtés et ne sont ainsi plus soumis à la police spéciale des mines. Il est à noter que la responsabilité civile de l'ancien exploitant, aujourd'hui Orano Mining, reste engagée en cas d'événement nouveau d'origine minière. Le site est par ailleurs classé ICPE selon le code de l'Environnement pour son ancienne activité de stockage de résidus de traitement.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 46/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

Les sites miniers de Loubaresse et Valiettes ont été également arrêtés régulièrement, suivant les modalités du décret de police du 14 janvier 1909 :

- Pour le site de Loubaresse, une lettre a été adressée par la CFMU du 31 mars 1962 à la Préfecture, déclarant l'arrêt des travaux de recherches, en faisant état des travaux de recherches infructueux ;
- Pour le site de Valiettes, faisant suite au retrait d'une demande de prolongation du permis de Chaudes-Aigues par la CFMU après des recherches infructueuses, l'Ingénieur en Chef des Mines, sur la base du rapport de fin de travaux, a adressé le 25 mars 1963 un courrier au Préfet, indiquant que les travaux réalisés n'appellent aucune remarque.

**Ainsi, aucun site minier sous la responsabilité d'Orano Mining n'est soumis à la police des mines.**

Pour le site de Salvanhac, l'État a été informé de l'arrêt des travaux et a procédé à l'annulation du permis de recherches le 16 septembre 1962 avant son échéance. En effet, le permis de recherches sur lequel était situé le site a pris fin « en raison de l'inactivité de son titulaire ». Le site peut ainsi être considéré comme arrêté régulièrement.

Le site ressort aujourd'hui du droit commun.

### 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 1er de l'arrêté préfectoral n°2010-812 du 21 juin 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 (aucun site concerné sur le département du Cantal).
  - 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 (Loubaresse et Valiettes)
- **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 vers, ou en provenance d'un circuit de drainage du site. Leur débit peut être intermittent (Saint-Pierre-du-Cantal).
- **Eaux de ruissellement ou écoulements souterrains avec points de rejets non identifiés** : leur impact est jugé potentiel. (Salvanhac).

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.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 47/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

L'influence des sites miniers sur le réseau hydrographique local et les plans d'eau qui leur sont associés, est présentée sur la Figure 5 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
Saint-Pierre-du-Cantal	Identifié	-	Ruisseau	Ruisseau du Combret	La Dordogne
	Potentiel	Plan d'eau de St-Pierre	Conduite d'eau	Ruisseau de Gioux	
Loubaresse	Identifié	-	Ruisseau		la Truyère
Valiettes	Identifié	-	Ruisseau		Le Bès
Salvanhac	Potentiel	-	Ruisseau		La Cère

## 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 2013.

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

### 5.4.1 Bassin versant de la Dordogne - Site de Saint-Pierre-du-Cantal

#### *Fiche 500, Annexes 2.1, 3.1, 4.1 et 5.2*

Le site minier de Saint-Pierre-du-Cantal est situé sur la commune du même nom, au Nord-Ouest du département.

Le paysage environnant est vallonné, et est pour l'essentiel de pâturages, de bois et quelques cultures céréalières.

Le site est localisé en bordure du bourg. Il est ceinturé au Nord et à l'Ouest par la vallée de la Dordogne.

Du fait du caractère affleurant du gisement, la mine à ciel ouvert de Saint-Pierre a été exploitée par la SCUMRA sur une très faible profondeur, de 20 m maximum.

L'exploitation a été réalisée :

- Durant la première période d'exploitation, de 1958 à 1964, par dragline (godet de 1200 litres et flèche de 18 m),
- Pendant la seconde période, de 1975 à 1982, par pelle hydraulique.

L'exploitation de l'usine de traitement de minerais a commencé son exploitation à partir de juin 1977 :

- De juin 1977 à août 1982 où ont été traités les minerais locaux (sables et argiles),
- D'août 1982 à juin 1985 où ont été traités des minerais en provenance d'autres gisements (granitiques) de SCUMRA (Creuse, Corrèze, Aveyron) et des minerais pauvres locaux entreposés sur le site.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 48/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0



Le bilan s'établit donc à une production usine de 632 tonnes d'uranium (production mine de St Pierre de 1 350 tonnes d'uranium – avant 1977 les minerais étaient traités à l'usine SIMO de Bessines sur Gartempe).

Les travaux de réaménagement ont commencé dès la fin de l'exploitation :

- Avant 1985

La mine à ciel ouvert a été partiellement remblayée. La partie nord-Est du site a fait l'objet d'un remodelage et d'une reconstitution. Une plantation (pelouse et arbustes) de la zone entourant les bureaux et le bâtiment social a été réalisée.

- De 1985 à 1986

Les zones non affectées par l'exploitation ont été reconstituées en prairies.

Les zones déjà remblayées de la MCO ont été nivelées avec la mise en place de terre végétale et ensemencement.

Un terrain de sport est aménagé au Sud du site avec la mise en place de 50 cm de mâchefer compacté, puis de terre végétale.

- De 1986 à 1991

Le remblaiement total de la MCO est réalisé avec des résidus de lixiviation statique et des stériles miniers. Les anciennes stalles de lixiviation sont comblées.

Le démantèlement de l'usine de traitement, réalisé de 1989 à 1990. Les équipements réutilisables sont envoyés vers des usines similaires. Les résines échangeuses d'ions, utilisées pour le traitement dynamique, ont été envoyées pour réutilisation à l'usine du Bernardan, en Haute-Vienne.

Les gravats et ferrailles issus du démantèlement sont stockés sur place.

Après contrôle radiométrique, les ferrailles non contaminées et valorisables ont été cédées.

- De 1992 à 1993

Le décanteur de l'usine est démoli, et une couverture est mise en place d'une couverture sur les fondations de l'usine.

De même, une couverture de terre végétale est mise en place sur les anciennes stalles comblées, les bassins de lixiviation et le chenal de traitement des eaux.

L'ensemble du site fait l'objet d'un nivellement avec la mise en place de stériles miniers. Des produits en place sont disposés au niveau de la future zone « stand de tir ».

- De 1994 à 1997

La couverture totale des bassins de décantation des résidus fins, initialement prévus en eau, est réalisée, avec la mise en place d'une épaisseur minimum de 0,50 m de stériles miniers reposant sur un tapis constitué d'un feutre géotextile et de deux passes de treillis soudés.

- De 1999 à 2002

Un nouveau nivellement général du site est réalisé, et de la terre végétale est mise en place ponctuellement suivant les zones, suivi d'un ensemencement.

Faisant suite à une décision de la CLI, il a été demandé en 2005 à SMJ de faire vérifier la pertinence des études et mesures disponibles sur l'ancien site minier de Saint-Pierre, pour ce qui concerne les risques liés à la radioactivité, à deux tiers experts.

Le Conseil Général et la Préfecture ont respectivement décidé de faire appel à l'association la CRIIRAD, et à l'organisme l'IRSN.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 49/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

Ainsi, différentes expertises radio-écologiques ont été réalisées sur et au voisinage du site.

Le résumé des analyses et des commentaires réalisés par ces deux entités figurent au paragraphe 9.

En 2010, après avis du groupe de travail technique de la CLI, des travaux d'assainissement sur les parcelles du lotissement attenant au site, et de zones ponctuelles aux abords du terrain de football et du camping sont réalisés, avec un décapage et un remblayage avec de la terre végétale des zones concernées, puis un réaménagement des jardins.

Les produits issus de l'assainissement sont stockés sur le site clôturé.

Un ruisseau provenant de la réserve d'eau, s'écoule en contrebas et au Nord du site. Il se jette dans le ruisseau de Combret, qui lui-même se jette dans la rivière la Dordogne.

Le rejet du site provenant du drainage des eaux du stockage des produits fins, collecté en pied de digue, se jette dans un petit ru affluent du Combret.

Au niveau du gisement, les eaux superficielles et souterraines du bassin suivent le compartiment affaissé SE et la pente du granite. Ces eaux convergent vers le petit ruisseau qui rejoint le ruisseau du Combret.

Au Sud-Ouest de la zone exploitée, les eaux souterraines suivent la pente du granite et s'écoulent vers l'Ouest/sud-ouest. Un puits de drainage, localisé dans l'axe de cet écoulement, permet le contrôle de la qualité des eaux de ce secteur du bassin sédimentaire.

Dans le cadre du présent bilan environnemental, des mesures ont été réalisées sur le site.

Le tableau suivant récapitule ces valeurs.

Secteurs	Valeurs radiométriques (chocs/seconde SPP2)	Débit d'équivalent de dose gamma (microSieverts par heure ( $\mu\text{Sv/h}$ ))
Milieu naturel	100 – 120	0,10
Mine à ciel ouvert Stockage Ancienne zone usine	250 – 750	0,15 – 0,58
Autour de la réserve d'eau	700 – 2050	0,56 – 1,85
Valeurs ponctuelles	900 – 1800 (Ouest cimetièrè)	0,75 – 1,59

## 5.4.2 Bassin versant de la Truyère - Site de Loubaresse

### *Fiche 501, Annexes 2.2, 3.2, 4.2 et 5.3*

Le site de Loubaresse est localisé à 1,6 km à l'Est du village de Loubaresse, sur la commune de Val d'Arcomie. Il est situé à flanc de coteau, dans un paysage fortement vallonné constitué de bois et de prairies.

Les travaux de recherches ont été menés par la CFMU en 1960 par creusement d'une galerie.

Aucun réaménagement particulier ne semble avoir été réalisé après exploitation. L'entrée du travers-banc débouche encore au jour et elle est facilement accessible. Cette entrée présente une ouverture de 1,20 m de hauteur sur 2,20 m de largeur.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 50/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

Un ruisseau s'écoule en bordure Ouest du site et se jette dans la rivière la Truyère. De l'eau stagnante a été constatée en entrée de galerie, sans écoulement repéré vers le milieu naturel.

Au cours des visites réalisées en 2013, des mesures radiométriques ont été réalisées. Elles figurent dans le tableau suivant.

Secteurs	Valeurs radiométriques (chocs/seconde SPP2)	Débit d'équivalent de dose gamma (microSieverts par heure (μSv/h))
Milieu naturel	90 – 100	0,10
Entrée du travers-banc	150 – 200	0,15

Afin d'envisager une possible intervention de mise en sécurité, une étude chiroptérologique a été menée en 2015 et 2016, la présence de chauve-souris doit être prise en compte dans la définition des modalités de fermeture de l'ouvrage.

Les conclusions de l'étude et les travaux envisagés sont décrits au paragraphe 14.2 – Propositions d'actions complémentaires à mettre en œuvre, du présent rapport.

### 5.4.3 Bassin versant du Bès - Site de Valiettes

#### **Fiche 502, Annexes 2.3, 3.3, 4.3 et 5.4**

Le site de Valiettes est le premier à avoir fait l'objet, en 1957, de travaux dans le département du Cantal. Il est situé sur la commune d'Anterrieux, sur le flanc gauche de la vallée très encaissée du Bès, dans un paysage fortement vallonné de bois et de bocage.

Les travaux de recherches par petits chantiers ont été menés par la CFMU par creusement d'un puits et de deux galeries à flanc de coteau, accompagnés de galeries sur 3 niveaux (N-7, N-16 et N-25).

Aucun détail sur les modalités précises de mise en sécurité en fin d'exploitation n'est aujourd'hui disponible.

L'ancien puits semble avoir été remblayé partiellement. Il forme un fontis de 3,50 m de diamètre pour 2,50 m de profondeur.

Les entrées des deux travers-bancs présentent des ouvertures conséquentes.

Un ruisseau s'écoule en contrebas du puits et se jette dans la rivière du Bès. Il est à noter la présence d'eau stagnante à l'intérieur du travers-banc n°2 avec un suintement intermittent dans la rivière du Bès située 15 m en contre bas. Son écoulement est bloqué par un talus résultat d'un effondrement de la couronne d'entrée.

Au cours des visites réalisées en 2013, des mesures radiométriques ont été réalisées. Elles figurent dans le tableau suivant.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 51/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

Secteurs	Valeurs radiométriques (chocs/seconde SPP2)	Débit d'équivalent de dose gamma (microSieverts par heure (µSv/h))
Puits et ancien carreau minier	250 – 700	0,22 – 0,66
Entrée du travers-banc n°1 en contrebas du puits	600 – 1500 (ponctuel)	0,62 – 1,48
Entrée du travers-banc n°2 en bordure de la rivière du Bès	350 – 1400 (1800 au contact sur la fracture NS)	0,39 – 1,42
Reste du site	250 – 600	0,22 – 0,56
Points ponctuels dans le bois ou sur le chemin	300 – 1800 (ponctuel, 3000 au contact)	0,34 – 1,72

Afin d'envisager une possible intervention de mise en sécurité, une étude chiroptérologique a été menée en 2015 et 2016, la présence de chauve-souris doit être prise en compte dans la définition des modalités de fermeture de l'ouvrage.

Cette étude a consisté en un comptage des individus en fonction de l'espèce, sur un an (4 saisons), afin de déterminer la méthode de fermeture de l'ouvrage garantissant l'accessibilité de l'habitat.

Les conclusions de l'étude et les travaux envisagés sont décrits au paragraphe 14.2 – Propositions d'actions complémentaires à mettre en œuvre, du présent rapport.

#### 5.4.4 Bassin versant de la Cère - Site de Salvanhac

##### *Fiche 503, Annexes 2.4, 3.4, 4.4 et 5.5*

Le site de Salvanhac, situé sur la commune de Siran, est localisé au sein d'un paysage de bois et de bocage.

Il a fait l'objet de travaux de recherches par petit chantier par la société UMIPEC, avec le creusement d'un puits. Ce site est aujourd'hui dit « orphelin ». Il est par conséquent sous la responsabilité de l'État.

Après exploitation, le puits ne semble pas avoir fait l'objet de réaménagement particulier. Le propriétaire avait utilisé l'ouvrage pour y déposer des déchets divers.

En mars 2013 ont été menés par la DREAL, avec délégation au BRGM, des travaux de mise en sécurité :

- Un décapage puis un apport de terre végétale sur des zones radiologiquement marquées situées à proximité du site,
- L'excavation des déchets mis dans le puits sur une profondeur d'environ 5 m puis le comblement de l'ouvrage avec les terres issues de l'assainissement. Un bouchon de tête constitué de produits inertes ferme le puits.

Aucun écoulement d'eau n'a été repéré sur le site. Un ruisseau, situé au SE du site, se jette dans le ruisseau de Roquefort, affluent de la Cère.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 52/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

Au cours des visites réalisées en 2013, des mesures radiométriques ont été réalisées. Elles figurent dans le tableau suivant.

<b>Secteurs</b>	<b>Valeurs radiométriques</b> (chocs/seconde SPP2)	<b>Débit d'équivalent de dose gamma</b> (microSieverts par heure ( $\mu\text{Sv/h}$ ))
Milieu naturel	110 – 130	0,10
Au niveau de l'ancien carreau, sur $\approx 100 \text{ m}^2$	250 – 1100	0,15 – 0,70

Ces mesures sont cohérentes avec le contrôle radiologique réalisé après les travaux de mise en sécurité du site (dossier PRP-CRI/SIAR N° 2013-00172).

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 53/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## 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).

Ces catégories seront décrites successivement dans les paragraphes suivants.

Une description des modalités de stockage sur le site de Saint-Pierre-du-Cantal figure au paragraphe 6.5.

### 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 tout d'abord à l'extraction de stériles miniers correspondant à la roche encaissante du gisement. Ces roches peuvent contenir, ou non, de l'uranium ou du minerai d'uranium en fonction de leur proximité avec le filon.

Dans la pratique, il était défini une teneur de coupure, assimilable à une certaine concentration en uranium contenue dans la roche. Cette teneur de coupure était définie selon les critères économiques du moment. En dessous de cette teneur, les roches étaient considérées comme des stériles. Le tri radiométrique avait pour objet de les extraire séparément, pour éviter de « salir » le minerai.

Dans la base documentaire actuelle (dossiers d'arrêt des travaux miniers), il n'y a pas d'informations disponibles sur les teneurs de coupure « STÉRILE – MINERAI » en fonction de chaque site. Cependant, il est possible de donner une estimation de ces teneurs en se basant sur celles ayant servi à l'exploitation des sites de Crouzille (Haute-Vienne) par COGEMA, à la même époque.

En règle générale, la teneur de coupure était fixée à 200 ppmU (soit 200 grammes d'U par tonne de minerai) pour les travaux miniers souterrains et 100 ppmU (soit 100 grammes d'U par tonne de minerai) pour les mines à ciel ouvert.

L'ensemble des stériles ont été mis en verses à proximité des lieux d'extraction pendant l'exploitation du site, ou en remblai dans les mines à ciel ouvert et les travaux miniers souterrains au moment du réaménagement.

#### 6.1.2 Réaménagement des verses à stériles

Environ 1,5 millions de tonnes de stériles ont été extraites sur le département du Cantal, dont la quasi-totalité sur le site de Saint-Pierre-du-Cantal.

Ces stériles, appelés également matériaux de découverte, représentent 67 % du volume initial extrait sur le site de Saint-Pierre.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 54/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

Ils constitués essentiellement :

- de silts argileux, d'une granulométrie à 95 % inférieure à 0,15 mm,
- de sables, dont la composition granulométrique varie du sable fin au gravier.

Ils ont été utilisés comme matériaux de remblayage pour la mine à ciel ouvert, et comme couverture sur le stockage.

L'absence de données sur les tonnages bruts extraits sur les sites de Loubaresse, Valiettes et Salvanhac ne nous permet pas de connaître précisément les quantités de stériles extraits de ces sites. Cependant, de par leur nature de travaux de recherches, ces tonnages restent négligeables par rapport à ceux de la mine de Saint-Pierre-du-Cantal. Sur ces trois sites, Les stériles ont été utilisés comme matériaux de remblayage pour certains ouvrages de liaisons fond-jour, ou déposer à l'entrée de ces ouvrages.

Il est à noter que le site orphelin de Salvanhac a fait l'objet d'un réaménagement en 2013 par la DPSM à la demande de la DREAL Auvergne dans le cadre des actions de l'État et de ses obligations après la disparition des exploitants. Le puits a été nettoyé. Il a été comblé par des stériles miniers radiologiquement marqués, dispersés à proximité. L'ancien puits est matérialisé par un tumulus. Un assainissement radiologique a été réalisé aux abords immédiats du puits. La tête de puits est constituée de matériaux neutres

Au cours des visites de terrain de 2013, des mesures radiométriques effectuées au SPP $\gamma$  ont été réalisées. Les résultats sont présentés dans les fiches de chantier relatives pour chacun des sites. Le tableau suivant présente la radiométrie mesurée sur les sites du Cantal :

Sites	Utilisation des stériles sur site	Valeurs radiométriques (chocs/s SPP2)	Débit d'équivalent de dose gamma ( $\mu$ Sv/h)
Saint-Pierre-du-Cantal	Comblement de la mine à ciel ouvert et couverture du stockage	250 – 750	0,15 – 0,58
Loubaresse	Présence de stériles à l'entrée du travers-banc	150 – 200	0,15
Valiettes	Remblayage du puits et présence résiduelle sur l'ancien carreau minier	250 – 700	0,22 – 0,66
	Remblayage du travers-banc n°1 et présence résiduelle à l'entrée	600 – 1500 (ponctuel)	0,62 – 1,48
	Présence de stériles à l'entrée du travers-banc n°2 + présence d'un indice en place	350 – 1400 (1800 au contact sur la fracture NS)	0,39 – 1,42
Salvanhac	Présence résiduelle de stériles sur l'ancien carreau minier (100 m <sup>2</sup> )	250 – 1100	0,15 – 0,70

Concernant le site de Salvanhac, ces valeurs sont en accord avec les valeurs mesurées par l'IRSN lors du contrôle radiométrique réalisé après travaux de réaménagement (moyenne maximale de 0,64  $\mu$ Sv/h, maximum ponctuel de 0,77  $\mu$ Sv/h relevé à proximité immédiate du site) [19].

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 55/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

### 6.1.3 Réutilisation particulière des stériles

Pendant les périodes d'exploitations des sites miniers, des cessions de stériles ont pu être réalisées, en petites quantités à la demande d'utilisateurs privés qui en avaient le besoin. Après le réaménagement, les stériles miniers ont pu être réutilisés par des particuliers ou des entreprises locales.

Ces stériles miniers ont pu être utilisés notamment pour la réfection de chemin, de cours de ferme, etc.

Le gisement de Saint-Pierre-du-Cantal se situant dans une zone alluvionnaire, les stériles extraits sont de type sableux et ne présentaient donc pas d'intérêt particulier. Il n'y a ainsi pas eu de cession de stériles issus de ce site.

Concernant les sites de Loubaresse, Valiettes et Salvanhac, une faible quantité de stériles a été extraite, et la totalité a été utilisée sur site lors des réaménagements ou laissée sur place.

Il n'est pas impossible d'exclure totalement de très ponctuelles réutilisations de stériles provenant de ces trois sites, pendant l'exploitation ou après le réaménagement, mais l'isolement des sites et les faibles quantités extraites les rendent improbables.

Des actions visant à inventorier ces zones de réutilisation décrites dans ce chapitre par reconnaissance au sol ont été réalisées dans le cadre national de gestion des stériles miniers (cf. paragraphe 12.4).

## 6.2 LES RÉSIDUS DE TRAITEMENT

Sur le site de Saint-Pierre-du-Cantal, les minerais, en fonction de leur granulométrie, ont été traités selon deux modes :

- Le traitement par lixiviation statique,
- Le traitement par lixiviation dynamique.

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

Les résidus de traitement statique, autrement appelés résidus grossiers, sont issus du traitement par lixiviation en stalles de la partie de minerai à granulométrie la plus élevée, c'est-à-dire supérieure à 80 µm (sables) (cf. paragraphe 4.2.2 - Le traitement statique ou lixiviation en stalles)

Ils n'ont subi qu'une lixiviation acide et un lavage de neutralisation lors du traitement.

507 760 tonnes de résidus de lixiviation ont été produits durant l'exploitation de l'usine de Saint-Pierre. Leur teneur résiduelle en uranium est de 159 ppm.

### 6.2.2 Les résidus de traitement dynamique

Les résidus de traitement dit fines sont issus du traitement dynamique de la fraction granulométrique inférieure à 80 µm après préparation mécanique du minerai.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 56/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0



Sont également considérés comme des résidus fins, du fait de leur similarité chimique et granulométrique, les boues issues du traitement des effluents de l'usine durant la phase d'exploitation.

Une étude a été menée en 1991 dans le cadre de la mise en place de la couverture sur les bassins de stockage de ces résidus fins par le Centre Expérimental de recherches et d'études du Bâtiment et des Travaux Publics (CEBTP).

Cette étude a permis de caractériser ces résidus comme appartenant à la catégorie des silts. L'analyse granulométrique montre que 80 % de ces résidus se situent dans l'intervalle 5 – 50 µm.

Leur quantité est chiffrée à 70 000 tonnes, et leur teneur résiduelle en uranium à 168 ppm.

### **6.3 LES MINERAIS À FAIBLE TENEUR**

Sur le site de Saint-Pierre-du-Cantal ont été stockés des minerais à faible teneur.

Ces minerais n'ont pas subi de traitement pour des raisons économiques. Il s'agit cependant de produits à gérer au sens de l'article 8 du décret 90-222 du 9 mars 1990, car leur teneur est supérieure à 300 ppm, correspondant à une teneur de coupure moyenne.

Ils proviennent de l'exploitation de la mine de Saint-Pierre, ainsi que d'autres sites environnant appartenant à la même société SCUMRA.

La quantité de ces produits à gérer stockés sur le site d'élève à 27 387 tonnes

### **6.4 LES PRODUITS DE DÉMANTÈLEMENT**

Après accord de la Préfecture du Cantal en 1990 (courrier MH/FM n°739 du 14 juin 1990), l'usine de Saint-Pierre-du-Cantal a été démantelée.

Les équipements de cette usine ont été répartis entre la Division Nord Massif Central, implantée à Jouac (Haute-Vienne), et la Division Sud Massif Central basée à Bertholène (Aveyron), en fonction des besoins respectifs de ces 2 usines de traitement du minerai d'uranium, toutes 2 appartenant à la société SMJ.

Les résines échangeuses d'ions, utilisés dans l'usine de traitement dynamique, et les cuves ont été transférées par camion-citerne jusqu'à l'usine du Bernardan de Jouac.

Seuls les bétons et quelques ferrailles issues du démantèlement des bâtiments usine ont été traités sur place.

Les ferrailles ne présentant pas un intérêt de réutilisation sur les autres unités de traitement de la société SMJ, et qui n'avaient pas été en contact avec des produits uranifères, ont été cédées à des entreprises locales.

Conformément aux demandes préfectorales, le décanteur a été démoli. Les gravats de démolition ont été stockés sur place. Seul subsiste aujourd'hui le mur du concasseur, qui a été aménagé en structure artificielle d'escalade en 2002, mais qui est actuellement interdit au public pour des raisons n'ayant aucun lien avec l'origine industrielle de la structure.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 57/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## 6.5 BILAN DU STOCKAGE DE SAINT-PIERRE

Le stockage de Saint-Pierre-du-Cantal (fiche ANDRA AUV 3), est une installation classée pour la protection de l'Environnement (ICPE), initialement classé en 1976 sous la rubrique 385 quinquies II 1 a. Il est classé aujourd'hui par antériorité sous la rubrique 1735. Il fait l'objet d'une surveillance réglementaire, selon les modalités fixées par l'arrêté préfectoral n°86-567 en date du 02 juin 1986, (cf. paragraphe 8).

### 6.5.1 Produits stockés sur le site

Ont été stockés sur le site de Saint-Pierre-du-Cantal :

- Les minerais à faible teneur, autrement nommés minerais pauvres ou marginaux,
- les résidus de traitement par lixiviation,
- les résidus fins de traitement dynamique et les boues issues du traitement des effluents de l'usine,
- les produits de démantèlement de l'usine non valorisés.

Le tableau suivant récapitule l'ensemble des produits stockés sur le site de Saint-Pierre-du-Cantal, avec les principales caractéristiques de ces produits.

Nature des produits stockés	Réf. du paragraphe	Tonnages	Teneur moyenne Tonnes métal	Activité globale	Nucléide majeur
Résidus de traitement statique (lixiviation) / sables	6.2.1	507 760 t	159 ppm 81 tU	5,4 TBq	<sup>226</sup> Ra
Déchets de démantèlement de l'usine	6.4				
Résidus fins de traitement dynamique	6.2.2	70 000 t	168 ppm 12 tU	2,4 TBq	<sup>226</sup> Ra
Boues issues du traitement des effluents de l'usine	6.2.2				
Minerais pauvres	6.3	27 387 t	402 ppm 11 tU	0,100 TBq	<sup>226</sup> Ra

Sont également présents sur le site les stériles miniers issus de l'exploitation de la mine à ciel ouvert, qui ont été utilisés pour le remblayage de la mine et la mise en place d'une couverture sur le stockage (cf. paragraphe 6.1.2), ainsi que les produits faiblement marqués issus des travaux d'assainissement des terrains du lotissement et du camping durant l'été 2010.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 58/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## 6.5.2 Modalités de stockage

### LES RÉSIDUS DITS GROSSIERS

Les résidus grossiers, ou sables, ainsi que les minerais marginaux résiduels non traités, ont été stockés dans la mine à ciel ouvert.

Du fait du caractère affleurant du gisement, l'exploitation minière correspond à une fosse peu profonde (une vingtaine de mètres au plus profond), sur environ 15 hectares.

Le remblayage a été réalisé progressivement à partir de 1977, durant l'exploitation de la mine, jusqu'en 1985.

### LES RÉSIDUS FINS

Durant l'exploitation de l'usine, les résidus fins ont été stockés en superstructure, c'est-à-dire au-dessus du terrain d'origine.

La zone de stockage correspond à la partie terminale amont d'un vallon situé en aval immédiat de la mine à ciel ouvert. Une digue a été érigée pour fermer le réceptacle au Nord.

Les résidus fins ont été stockés dans 3 bassins de décantation aménagés à cet effet derrière la digue

Le tableau suivant récapitule les principales caractéristiques de ces bassins.

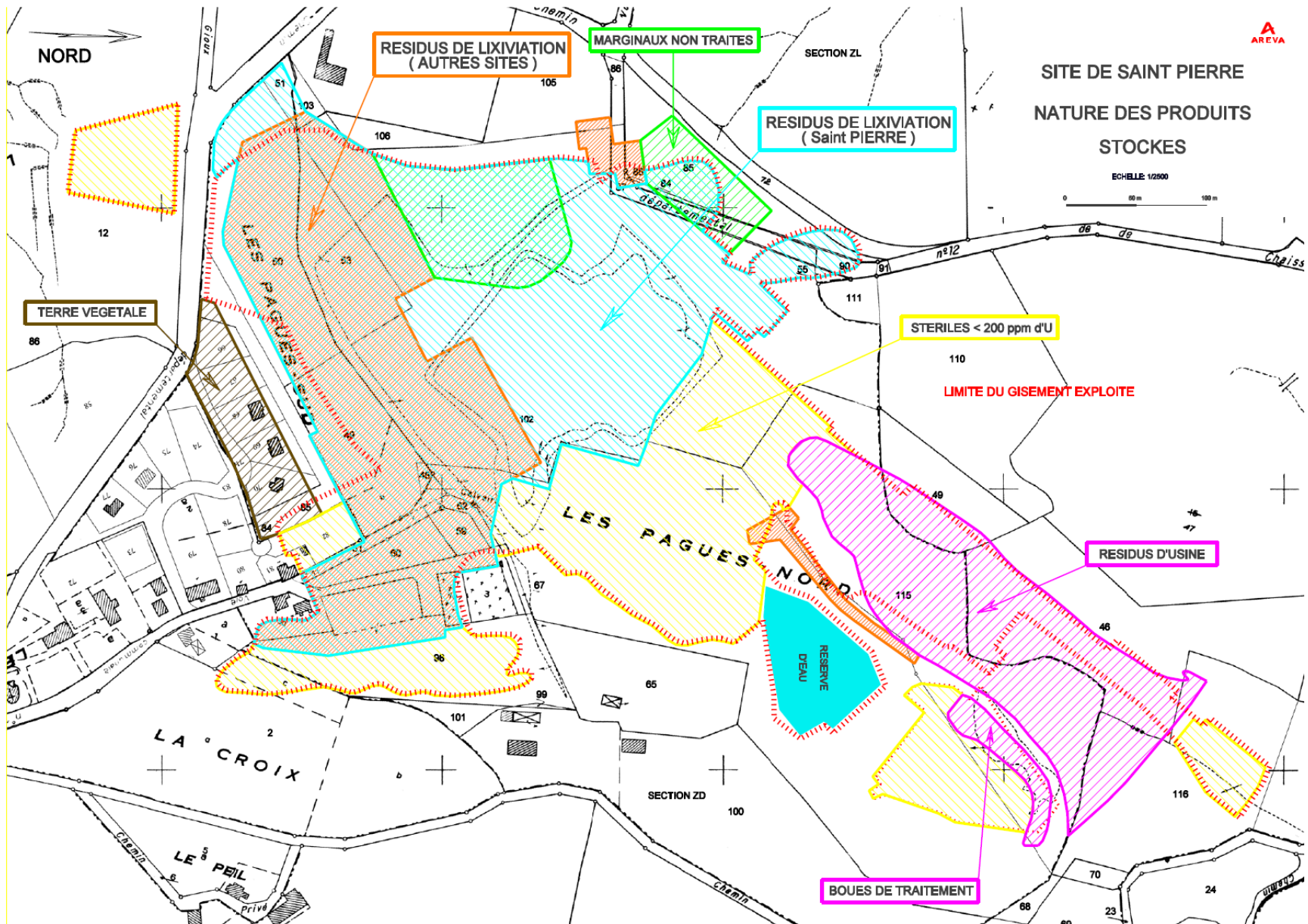
Bassins	Dimensions au sol	Profondeurs	Hauteurs de boues / résidus fins avant consolidation
Bassin Sud	85 x 90 m	11 à 13 m	12 m maximum
Bassin Médian	100 x 115 m	9 à 15 m	12 m maximum
Bassin Nord	160 x 100 m	6 à 15 m	12 m maximum

Le bassin Nord est limité, dans sa partie septentrionale, par la digue de 140 m de long et 14 m de hauteur.

### CARTOGRAPHIE DU STOCKAGE

La répartition spatiale de ces produits est représentée sur la carte suivante :

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 59/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0



Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 60/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

# 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.

Le site minier de Saint-Pierre-du-Cantal a fait l'objet d'une déclaration d'abandon des travaux miniers, prise au titre des dispositions du décret 80-330 du 7 mai 1980 et acté par arrêté préfectoral du 16/01/1987.

Les sites de recherches de Loubaresse, Valiettes et Salvanhac ont été également arrêtés régulièrement, suivant les modalités du décret de police du 14 janvier 1909.

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.

## 7.2 LES RISQUES LIES AUX TRAVAUX MINIERS SOUTERRAINS

### 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 conduisent généralement les exploitants à obturer tous les ouvrages par comblement :

- total des ouvrages verticaux,
- de l'entrée des galeries et descenderies avec localement drainage pour maintenir un exutoire contrôlable des eaux,

par des produits tout-venant (stériles miniers).

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 61/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

L'inventaire des ouvrages fond-jour a été réalisé sur la base des documents d'archives et de repérage de terrain. L'ensemble de ces ouvrages a fait l'objet d'une auscultation visuelle réalisée en 2013.

Lors de ces visites, il est apparu qu'un certain nombre d'ouvrages de liaison fond-jour ne présentait pas des travaux de mise en sécurité.

La liste des anciens ouvrages verticaux et galeries débouchant au jour figure dans le tableau suivant :

Site	Périodes d'exploitation des TRPC souterrains	Nature de l'ouvrage	Obturation de l'ouvrage
Loubaresse	1960	Travers-banc	Non obturé Ouverture de 1,20 x 2,20 m
Valiettes	1957	Puits	Remblayé Présente un fontis de 3,50 m de diamètre et 2,50 m de profondeur
		Travers-banc n°1	Non obturé Ouverture de 0,80 x 1,40 m
		Travers-banc n°2	Non obturé Ouverture de 2,40 x 2,20 m
Salvanhac	1958 – 1959	Puits	Remblayé (2013 : excavation des déchets mis dans le puits sur une profondeur d'environ 5 m puis comblement de l'ouvrage avec des stériles miniers)

Il est à noter que lors de la visite de site réalisée en 2017, il a été constaté la mise en place d'une clôture barbelée ainsi que d'un panneau de signalisation « Défense d'entrer » au niveau de l'entrée du travers-banc de Loubaresse, réalisée par le propriétaire à la demande de la DREAL.

Concernant les sites de Loubaresse et Valiettes, une étude chiroptérologique a été menée en 2015 et 2016, la présence de chauve-souris doit être prise en compte dans la définition des modalités de fermeture de l'ouvrage.

Les conclusions de l'étude et les travaux envisagés sont décrits au paragraphe 14.2 – Propositions d'actions complémentaires à mettre en œuvre, du présent rapport.

## 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.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 62/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

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 l'ancienne Division Minière 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 <sub>1</sub>
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 "autoremblayage", 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 risques de mouvement de terrains sont donc théoriquement envisageables sur les seuls sites du Cantal mentionnés dans le tableau suivant :

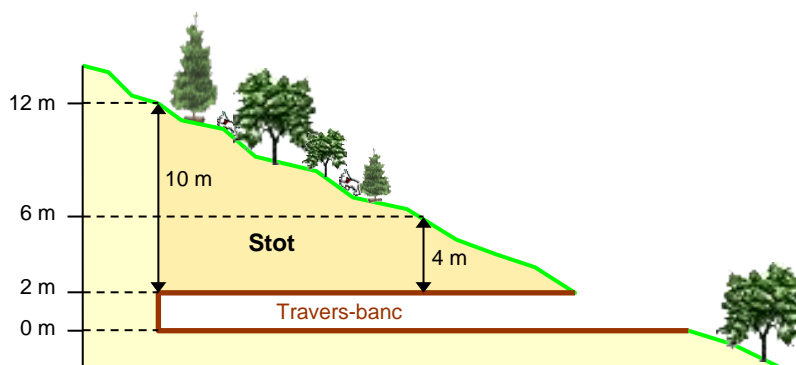
Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 63/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

Site	Commune	Période d'exploitation	Type d'ouvrage	Remblayage
Loubaresse	Val d'Arcomie	1960	Travers-banc	Non
Valiettes	Anterrieux	1957	Travers-banc n°1	Non
			Travers-banc n°2	Non

Les hauteurs de galeries de reconnaissance ou d'accès sont toutes 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.

Quelque soit la méthode de calcul, l'ensemble des sites listés dans le tableau ci-dessus sont donc concernés, du fait qu'il existe :

- des galeries à moins de 20 m de profondeur sur chacun des sites ;
- des ouvrages de type travers-banc (sites de Loubaresse et de Valiettes), 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 :



Pour l'ensemble des sites concernés par le risque d'effondrement classique, il convient, également, de noter que l'autorembayage 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 l'ancienne Division Minière 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.

Aucun site n'a fait l'objet de travaux de dépilages (hors extraction par galeries de reconnaissance).

Il n'y a donc pas de risque d'effondrements en tiroir dans le département du Cantal.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 64/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0



### **7.3 LES RISQUES LIES AUX MINES À CIEL OUVERT**

Les risques associés aux mines à ciel ouvert 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).

Dans le département du Cantal, le seul site ayant fait l'objet d'une exploitation par mine à ciel ouvert est le site de Saint-Pierre-du-Cantal.

Elle a été entièrement remblayée par les résidus et des stériles miniers. Ne subsiste aucun parement ou plan d'eau. Seuls de légers tassements, à l'échelle centimétrique, peuvent être observés, du fait du compactage naturel des matériaux de remblayage.

Aujourd'hui, l'aléa de tassement résiduel peut être considéré comme insignifiant.

### **7.4 LES RISQUES LIES AUX VERSES A STÉRILES**

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.

Dans le cas des verses à stériles constituées de blocs rocheux, il peut s'agir de phénomènes mettant en jeu des volumes de matériaux restreints (quelques dizaines de m<sup>3</sup>) et prenant principalement la forme de glissement pelliculaire. Aucune verse de ce type n'est présente sur les sites uranifères du Cantal.

Les stériles du site de Saint-Pierre-du-Cantal sont de type sableux, du fait du caractère alluvial de la zone. Les phénomènes de déstabilisation envisageables sont de type loupe de glissement ou ravinement. Cependant, ils ont été lors du réaménagement de la mine comme remblai et couverture. L'absence de pente importante, et la végétalisation du site permet d'exclure tout risque majeur en terme de sécurité publique lié à la stabilité des stériles.

### **7.5 LES RISQUES LIES AUX DIGUES [25][26]**

Seul le site de Saint-Pierre est concerné par la présence d'une digue, qui constitue la limite Nord du stockage de résidus fins (cf. paragraphe 6.5.2).

Par définition, cet ouvrage pourrait s'apparenter à un barrage. Cependant, afin d'être cohérent avec la terminologie employée dans l'arrêté préfectoral n°86-567 en date du 02 juin 1986, et dans les études et dossiers relatifs à cet ouvrage, le terme de « digue » sera employé.

#### **HISTORIQUE DE LA DIGUE**

La conception, la réalisation et le contrôle de la digue ont été suivis par les experts du Centre Expérimentales de recherches et d'études du Bâtiment et des Travaux Publics (CEBTP) [21] [22].

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 65/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

La première étape de construction a été réalisée au cours du premier semestre 1997. il s'agit d'un ouvrage de 140 mètres de long comportant un corps en sable silteux, une semi-étanchéité en limon argileux à l'amont et un massif drainant à l'aval. La digue a atteint la cote 568 en juin 1977, la cote 574 en juin 1979. La cote actuelle de 576 a été atteinte en 1982.

### CARACTÉRISTIQUE DE LA DIGUE

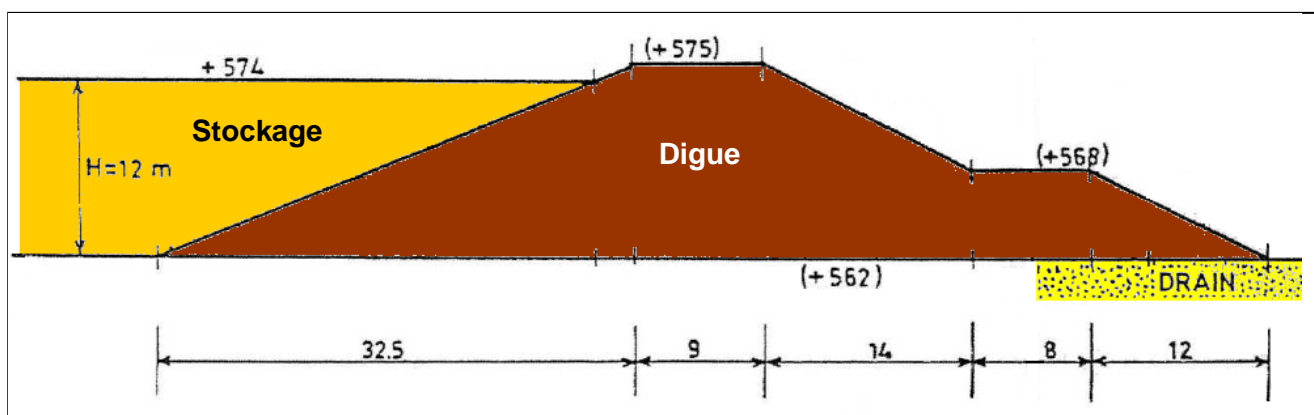
Le profil final de la digue est le suivant :

- Largeur en crête : 9 m,
- Hauteur maximale : 14 m par rapport au point bas central (15 m par rapport au terrain naturel à l'aval),
- Niveau d'exploitation maximal : 574,6, réduit à 574 hors consolidation,
- Ente amont : 80 % en moyenne – inclinaison d'environ 39°
- Pente aval : 19 % en moyenne.

Cette digue est construite avec des stériles miniers issus du site, soit des matériaux sableux ou limoneux. Les fondations correspondent à l'arène granitique sur quelques dizaine de centimètres, puis sur du granite altéré.

Un tapis drainant a été mis en place en pied de digue, en aval. Ce tapis mesure 20 mètres de largeur en partie centrale, et remonte sur les rives (matériaux ouverts de granulométrie 3/8 mm en rive et 20/100 mm en partie centrale) relié à un exutoire à l'aval.

Un schéma de la digue figure ci-après.



### STABILITÉ DE LA DIGUE

#### SYNTHÈSE DES ÉTUDES PRODUITES JUSQU'EN 2002 (FIN DES AMÉNAGEMENTS) :

Un bilan des études réalisées jusqu'en 2002 par le CEBTP (références [20] à [24]) a été réalisé dans le cadre du dossier de cessation d'activité et de réaménagement au titre des ICPE du stockage de Saint Pierre.

L'extrait correspondant à la stabilité de la digue figure ci-après :

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 66/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

« L'étude de stabilité de la digue a été réalisée par le CEBTP. Cette stabilité n'est conditionnée que par celle de son talus aval, puisque le bassin reste plein de boues en cours de consolidation.

Ce talus présente les particularités suivantes :

- pente à peu près uniforme et faible, 19%,
- milieu presque homogène, essentiellement des sables résistants un peu argileux,
- nappe interne très bien rabattue par le massif drainant et par suite n'intervenant pratiquement pas dans la stabilité.

Le coefficient de sécurité pour un talus de 19% de pente et 15 m de hauteur constitué de matériau caractérisé par une densité de 2, un angle de frottement de 41° et une cohésion de 30 KPa est de l'ordre de 6. Cette sécurité est tout à fait large puisque habituellement on se tient autour de 2.

Si la nappe d'eau remontait jusqu'en surface entraînant un écoulement parallèle à la pente, et si la cohésion disparaissait en totalité, le coefficient d'abaissait à 2,2, valeur encore très confortable pour ces hypothèses extrêmement pessimistes.

Les problèmes des risques dus à des séismes éventuels ont été envisagés. Il convient de souligner en premier lieu que la région de Saint-Pierre se trouve dans une zone de sismicité négligeable.

Le risque de liquéfaction est quasiment inexistant parce que les matériaux de construction de la digue sont plus ou moins limono-argileux et relativement compact. En outre, le rabattement de la nappe interne de l'ouvrage est excellent.

En ce qui concerne le risque de glissement du parement aval lors d'un séisme d'intensité maximale pour la région, le CEBTP considère qu'une accélération horizontale correspondante est de l'ordre de 15 cm/S<sup>2</sup> ou encore de 0,015g. Cette valeur entraîne une rotation inférieure à 1°, donc très faible et pratiquement sans influence sur la stabilité de l'ouvrage.

L'état de la digue a été vérifié chaque année par les agents SMJ, au cours des travaux de réaménagement menés sur le site.

De plus, le Centre d'Études du Bâtiment et des Travaux Publics (CEBTP) de Clermont-Ferrand continue périodiquement à vérifier l'état de la digue ; 1976, 1977, 1985, 1991 et 1999.

Les constats effectués lors de la dernière visite en juin 1999 (voir Annexe 7 [23]) ont permis de mettre en évidence :

- un bon aspect du parement aval avec une végétation bien implantée,
- aucun signe de glissement,
- un écoulement faible issu du drainage,
- un exutoire avec une végétation abondante.

Les comptes-rendus de visite de la digue ont été adressés régulièrement à l'inspecteur des installations classés, à l'occasion de chaque rapport annuel d'avancement des travaux. »

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 67/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

Ainsi, la question de la stabilité à long terme de la digue a été prise en compte dès sa conception, et les modifications apportées au stockage ont été réalisées en en tenant compte.

Une étude de stabilité a été réalisée, comme suggéré dans l'étude précédente, afin de confirmer les conclusions, par une entreprise extérieure, la société ANTEA.

Un descriptif de cette étude figure dans les paragraphes suivants.

#### ÉTUDE DE LA STABILITÉ À LONG TERME DE LA DIGUE :

Conformément à l'engagement pris dans le cadre du dossier de cessation d'activité de site ICPE, une étude de stabilité à long terme de la digue a été réalisée. Elle a été confiée à la société ANTEA, et rendue en janvier 2004 [25].

La méthodologie appliquée est celle définie par le BRGM et diffusée par le Ministère chargé de l'Environnement.

L'ensemble des conclusions du rapport figure ci-après :

#### **« 6. Conclusion sur la stabilité à long terme**

*Comme indiqué de façon synthétique dans le rapport méthodologique du BRGM [...], le point à vérifier n'est pas seulement la stabilité mécanique de la digue, mais la pérennité de l'ensemble « digue + bassin + propriétaire ». nous allons donc examiner et vérifier successivement :*

- *la conception générale des ouvrages,*
- *la pérennité des organes de maîtrise des eaux,*
- *la stabilité mécanique du parement aval de la digue en conditions extrêmes,*
- *enfin, le système de surveillance actuel et les garanties qu'il présente à l'avenir.*

#### **6.1. Conception générale des ouvrages**

*L'implantation de la digue du dépôt de Saint-Pierre du Cantal présente un certain nombre d'atouts extrêmement favorables, à savoir :*

- *implantation sur un dôme topographique, d'où absence d'apports hydrauliques superficiels extérieurs,*
- *fondation constituée d'arènes granitiques sur substratum granitique.*

*La conception générale du dépôt est globalement très robuste :*

- *digue peu élevée, plutôt perméable et largement dimensionnée (très faible pente aval),*
- *stockage des résidus sous une couverture peu perméable limitant l'infiltration.*

#### **6.2. Pérennité des organes de maîtrise des eaux**

*[...], seules sont à considérer les eaux de pluies tombant sur la couverture. Elles sont correctement maîtrisées par le drainage naturel dû à la pente vers l'est de la couverture.*

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 68/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

*Un léger reprofilage de la couverture pourra s'avérer nécessaire d'ici quelques années si les quelques zones d'accumulation des eaux pluviales, très limitées actuellement, continuaient à augmenter du fait de tassements différentiels générés par la consolidation des boues.*

*Le ruisseau à l'est du stockage devra faire l'objet d'une inspection régulière et le cas échéant du nettoyage nécessaire à son maintien en état.*

*Pour ce qui concerne les eaux de drainage interne du dépôt, il conviendra de vérifier que le drain continue à fonctionner. Pour cela, l'amélioration de l'accès à l'exutoire et sa protection doivent être envisagées, avec pose d'un seuil hydraulique pour mesurer le débit du drain et vérifier la limpidité des eaux d'exhaure, et mise en place d'une barrière de protection autour de l'exutoire.*

### **6.3. Stabilité mécanique de la digue**

*La coupe type de la digue dans son nouvel état depuis le reprofilage est très sécuritaire [...].*

*Des calculs de stabilité effectués avec le logiciel TALREN [...] montrent que le coefficient de sécurité vis-à-vis d'une rupture circulaire du parement aval est très supérieur à 1,5 (valeur admise habituellement pour garantir la stabilité à très long terme), même en prenant en compte une remontée de la nappe dans le corps du dépôt, hypothèse très pessimiste.*

*Même en tenant compte d'une accélération sismique, le coefficient de sécurité calculé ( $F_s=1,8$ ) reste largement supérieur à 1.*

*En conclusion, il n'y a aucun risque d'instabilité mécanique en masse de la digue.*

### **6.4. Système de surveillance actuel et futur**

*Le système de suivi périodique de l'ouvrage n'était pas encore complètement défini fin 2003, sachant que ce système sera lui-même appelé à évoluer lorsque l'ouvrage réaménagé sera quasiment « stabilisé » (déformations, débits, etc...).*

*La zone du dépôt fera l'objet d'un bornage définissant un périmètre qui restera propriété de SMJ. [...]*

*On peut envisager la surveillance de la digue de la manière suivante :*

*a) Visite annuelle par le personnel COGEMA*

*- une inspection de la couverture et du parement de la digue,*

*- inspection visuelle de l'état des exutoires, notamment du ruisseau latéral (évacuation des branchages, feuilles ou autres débris qui pourraient réduire sa capacité)*

*Après un phénomène climatique exceptionnel (pluie, tempête, gel), ces deux points devront faire l'objet d'un contrôle.*

*b) Visite quinquennale d'un expert*

*Un examen d'ensemble du dossier et une visite du site devra être prévue une fois tous les cinq (5) ans par un expert extérieur.*

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 69/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

De plus, il serait souhaitable d'établir un plan topographique actualisé de l'ensemble du site de stockage à l'échelle 1/2000, plan qui devra localiser avec plus de précision :

- l'emprise de la digue,
- l'ancienne implantation des bassins à résidus,
- l'exutoire des drains.

Stabilité à long terme de la digue à stériles de Saint-Pierre (Cantal) – ANTEA – janvier 2004

Dans la continuité de cette étude, une inspection a été réalisée en 2012 afin d'émettre un avis extérieur sur le dispositif de surveillance des digues et de formuler des recommandations de correction ou d'amélioration le cas échéant.

L'étude a été confiée à la société Coyne et Bellier.

Les conclusions de ce rapport figurent dans les paragraphes suivants.

### « 3. Calculs de stabilité de la digue

Des calculs de vérification de la stabilité de la digue ont été réalisés par ANTEA en 2004 qui tiennent compte de sa géométrie après les travaux de réaménagement du site. Différents niveaux de sous-pression ont été testés dans le corps de la digue, notamment en tenant compte d'un colmatage possible du premier tiers du drain de pied. Les résultats des coefficients de sécurité vis-à-vis du glissement sont les suivants :

- $F_s$  compris entre 3,14 et 3,16 en conditions normales (selon les caractéristiques retenues des matériaux) ;
- $F_s$  compris entre 2,7 et 2,78 avec l'hypothèse d'un drainage défaillant.

Ces résultats montrent que les coefficients de sécurité obtenus sont très confortables, largement supérieurs aux valeurs requises.

[...]

### 5. Conclusion

La visite du site de Saint Pierre par le bureau d'Ingénieurs Conseils Coyne et Bellier le 10 avril 2012 s'inscrit dans une démarche de suivi et de surveillance des digues de stockage à long terme engagée par [Orano]. Elle a pour but de juger de l'évolution de la digue sur le long terme. La dernière visite du site remonte au 9 octobre 2003 (ANTEA).

La visite d'inspection de la digue et de ses ouvrages annexes (fossés, dôme de couverture, etc.) a permis de constater le bon état général de l'ouvrage et l'entretien régulier réalisé par l'exploitant.

La digue et son parement aval sont protégés par une végétation rase, bien entretenue et ne présentant aucun signe de désordre.

La couverture se présente sous la forme d'un dôme végétalisé présentant un dévers général vers l'Est où un fossé de colature permet de drainer les eaux de ruissellement jusqu'en pied de digue. On note la présence de quelques zones humides (en amont immédiat de la digue et au niveau du portillon d'accès Sud), comme suite au tassement des boues.

En l'absence de mesure de débit du drain de la digue, nous recommandons à l'exploitant de vérifier, lors de ses tournées régulières, la présence d'un écoulement traduisant l'absence de colmatage du tapis drainant situé à la base de la digue.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 70/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

*Nous recommandons également à l'exploitant de réaliser un état des lieux topographiques à l'échelle 1/1000ème, afin de disposer de la géométrie exacte du site après remodelage et de ses travaux d'aménagements récents (comme la pose de la clôture périphérique) et qui permettrait également de suivre les tassements attendus de la couverture.*

Assistance pour la surveillance de la digue de Saint-Pierre – Coyne-et-Bellier – mai 2012

La stabilité de la digue du site de Saint-Pierre est suivie dans le cadre de visite mensuel par le personnel Orano.

Comme recommandé dans la dernière étude, un plan topographique à l'échelle 1/1000<sup>ème</sup> sera réalisé afin de permettre un suivi mesuré de la stabilité.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 71/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## 8 ÉVALUATION DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT – SITE DE SAINT-PIERRE-DU-CANTAL

---

### 8.1 IMPACT DU SITE DE SAINT-PIERRE 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 le site de Saint-Pierre-du-Cantal, les possibilités de marquage du vecteur eau sont les suivantes :

- La percolation des eaux météoriques dans les fosses des MCO remblayées.
- La percolation des eaux météoriques dans les stériles de couverture
- La percolation des eaux météoriques dans le stockage.
- Le ruissellement des eaux superficielles sur l'ensemble du site vers les cours d'eaux en aval (MCO, stockage, carreau / zone usine).
- Le drainage du stockage.
- L'écoulement des eaux souterraines transitant par les stériles miniers dans les terrains de sub-surface (MCO remblayées, verses).
- L'écoulement des eaux souterraines transitant par le stockage de résidus dans les terrains de sub-surface.
- La circulation des eaux de la fosse dans les terrains via des fractures.
- La surverse éventuelle de l'ancienne réserve d'eau de l'usine.
- Le pompage des eaux de l'ancienne réserve d'eau

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 72/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0



## Voies de contamination des sédiments

Lorsque certains exutoires présentent des débits moyens relativement élevés (plusieurs dizaines de m<sup>3</sup>/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, verses 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 du Cantal tend à favoriser cette deuxième option.

De par sa nature de stockage, le site de Saint-Pierre-du-Cantal fait l'objet d'un suivi de la qualité des sédiments.

### 8.1.2 Analyse de l'impact du site de Saint-Pierre sur le milieu aquatique

Le premier synoptique de la Figure 5 présente les rejets, potentiels et avérés, dans les différents cours d'eau récepteurs du fait de l'ancien site réaménagé de Saint-Pierre.

#### ➤ Description de la surveillance réglementaire

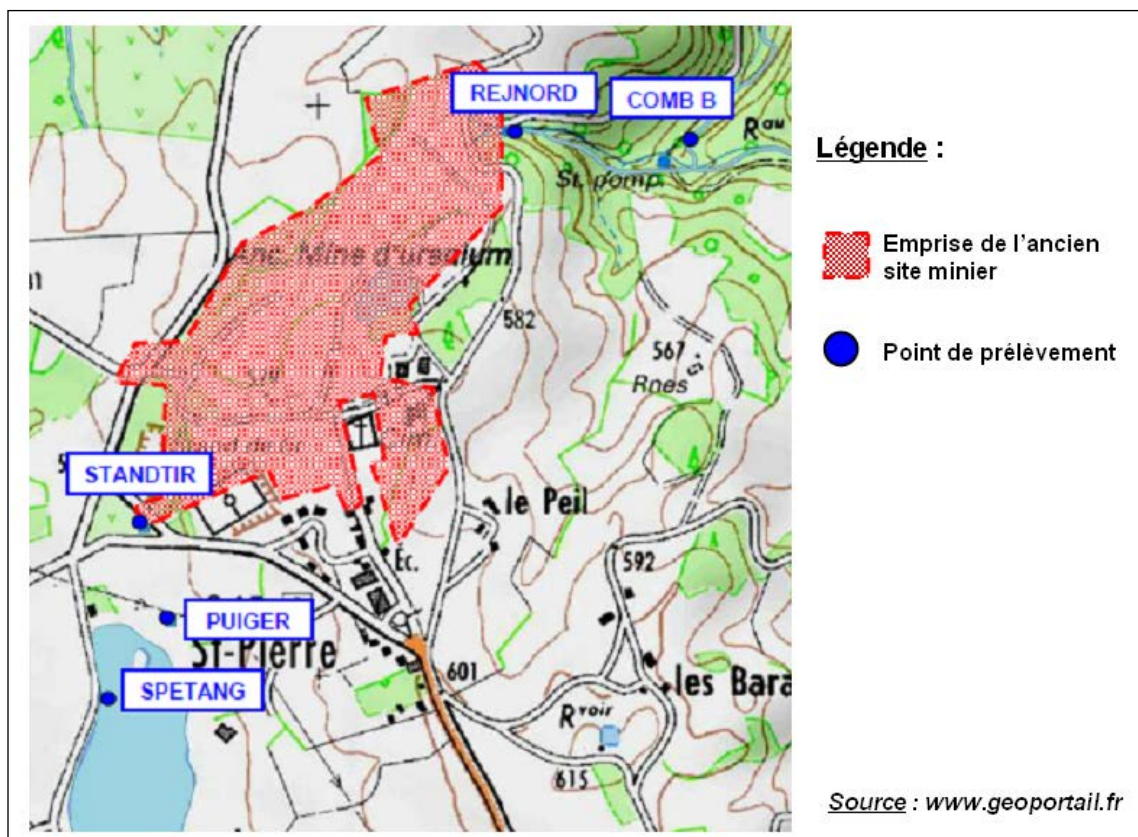
Le site de Saint Pierre fait l'objet d'une surveillance réglementaire depuis l'arrêt de l'usine. Cette surveillance est fixée par l'arrêté préfectoral n°86-567 en date du 02 juin 1986, pris au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

Le tableau suivant présente le plan de surveillance du site :

Points de prélèvements	pH	Uranium soluble	Radium 226 soluble	Uranium insoluble	Radium 226 insoluble
<b>COMB B*</b> Ruisseau le Combret en aval du site	M	M	M	M	M
<b>PUIGER*</b> Puits Gérémy en amont de l'étang	M T	M T	M T	M T	M T
<b>REJNORD</b> Rejet au Nord du site	M	M	M	M	M
<b>STANDTIR</b> Stand de tir	M T	M T	M T	M T	M T
<b>SPETANG</b> Lac de Saint Pierre	M T	M T	M T	M T	M T
<i>M = Mensuel                      T = trimestriel (depuis 2016)</i> <i>* : point de suivi réglementaire</i>					

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 73/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

L'emplacement des différents points de prélèvements des eaux se retrouve sur la figure suivante :



➤ **Bilan de la surveillance du site**

Deux bassins versants se distinguent sur le site : le bassin Nord et le bassin Sud.

La répartition des points de prélèvement selon ces bassins figure dans le tableau suivant :

<b>Bassin versant Nord</b>	<b>REJNORD</b> Rejet au Nord du site
	<b>COMB B</b> Ruisseau le Combret en aval du site
<b>Bassin versant Sud</b>	<b>STANDTIR</b> Stand de tir
	<b>PUIGER</b> Puits Gérémy en amont de l'étang
	<b>SPETANG</b> Milieu du lac de Saint Pierre (aval du site)

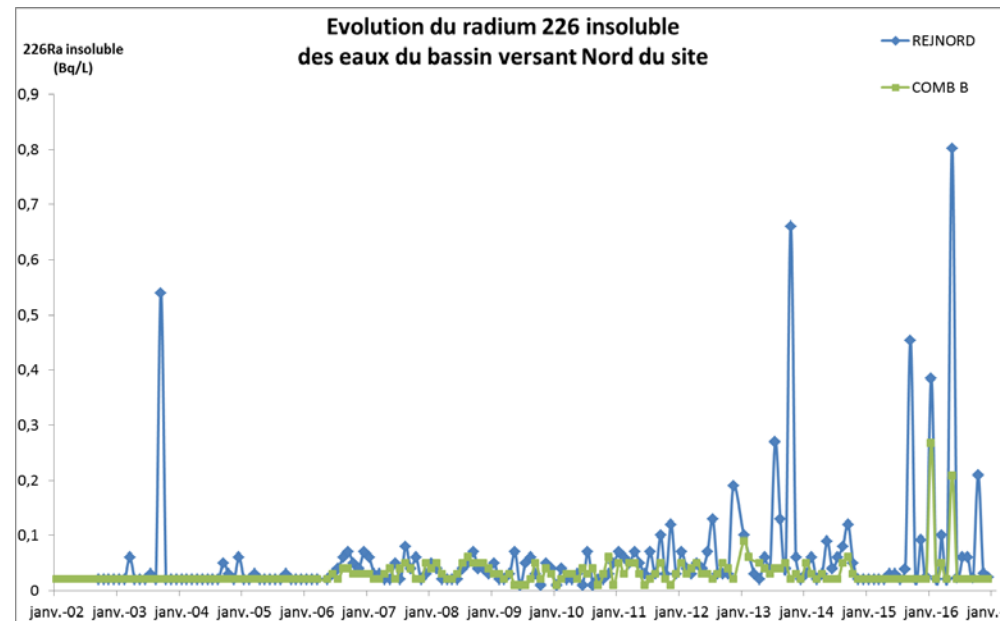
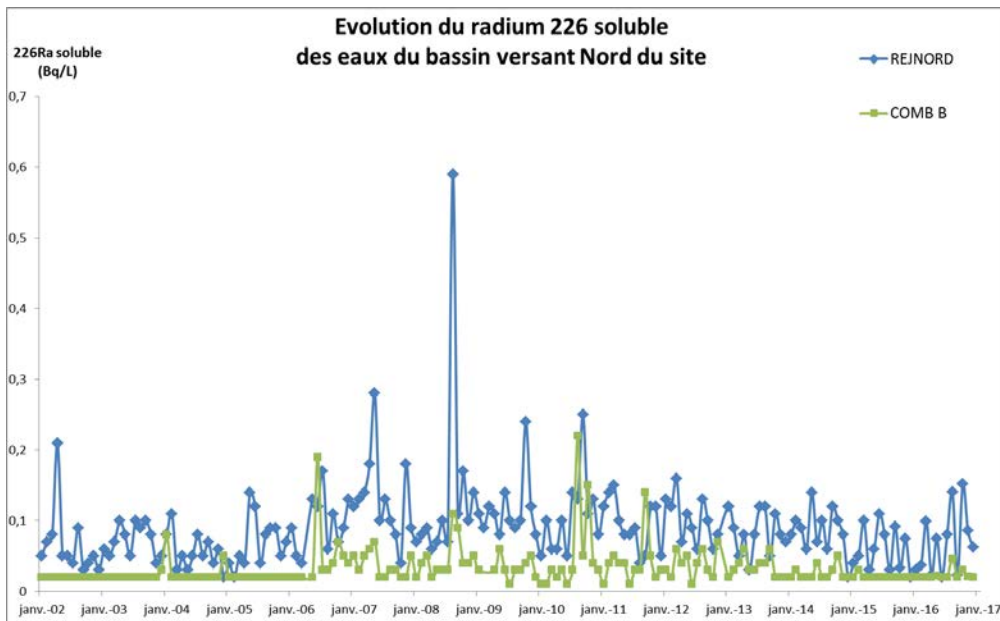
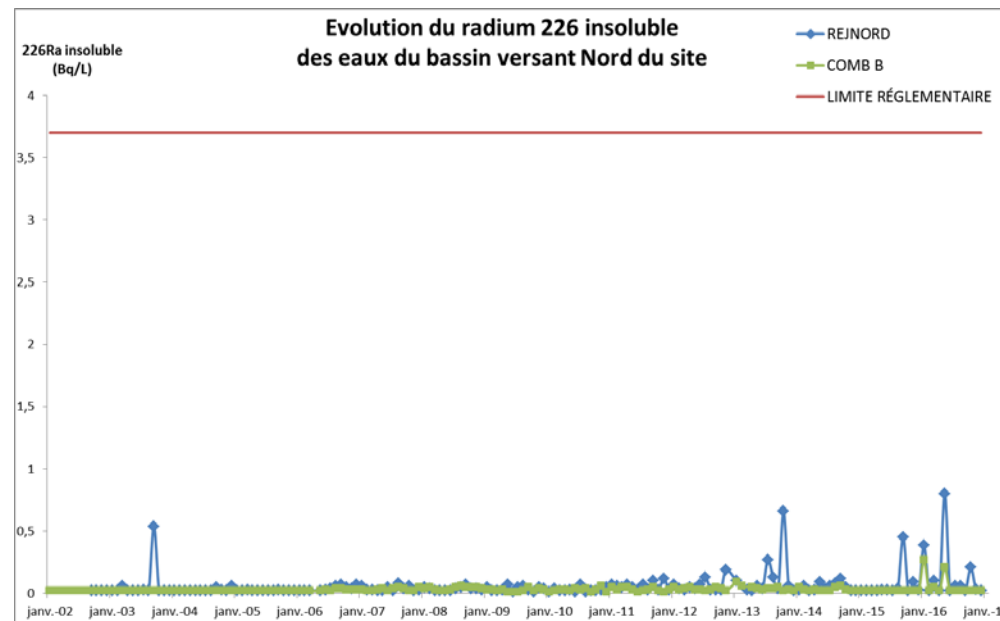
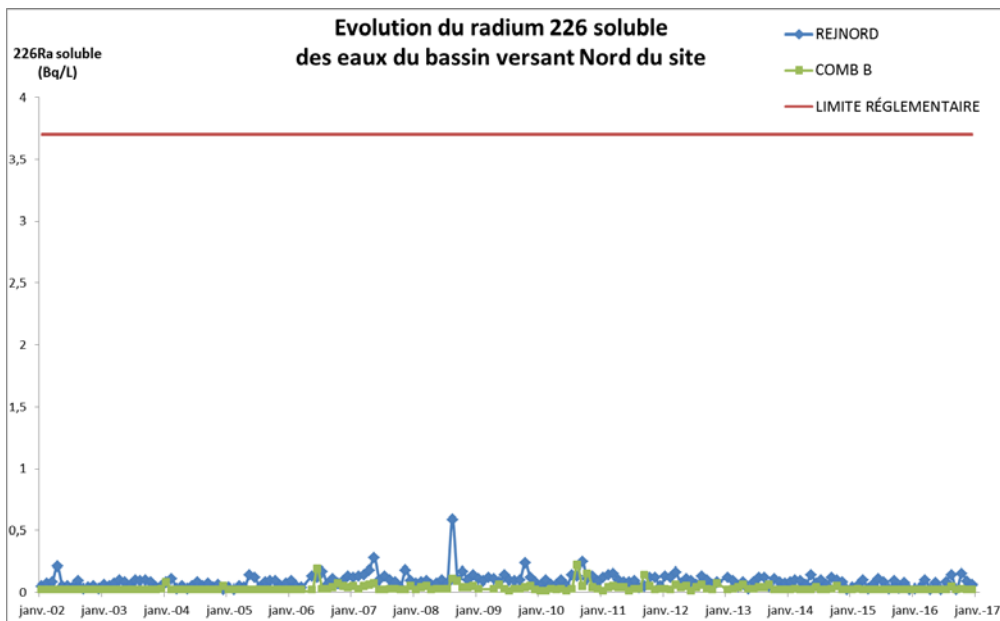
Ils seront décrits successivement dans les paragraphes suivants.

\* **Bassin versant Nord du site**

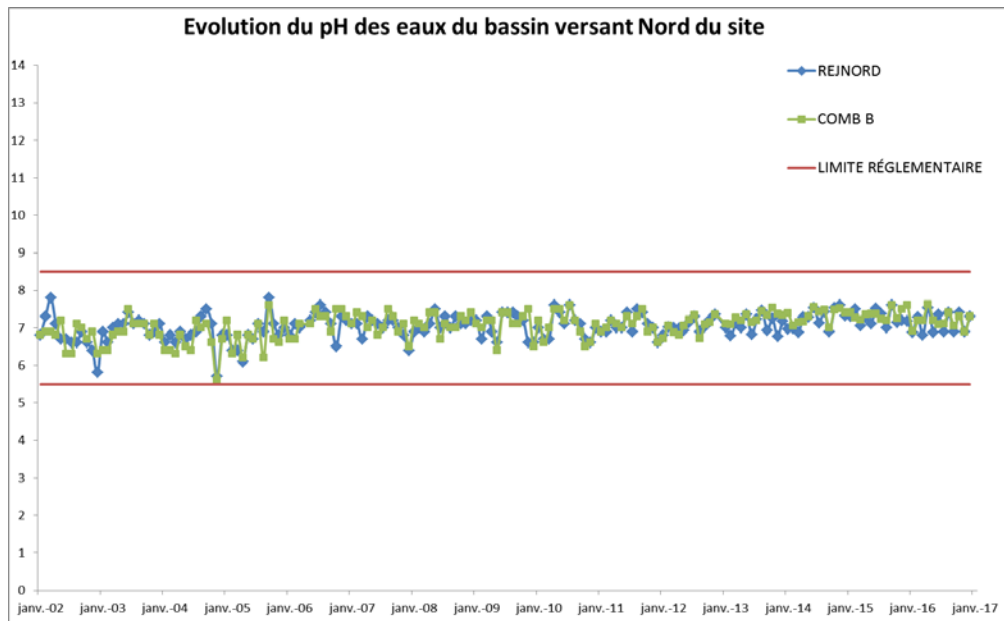
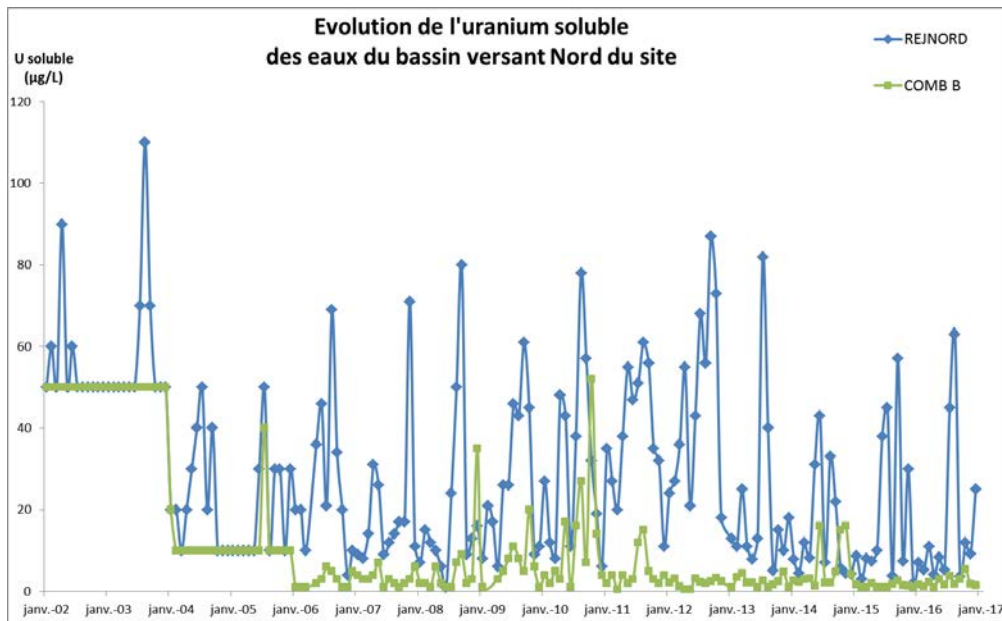
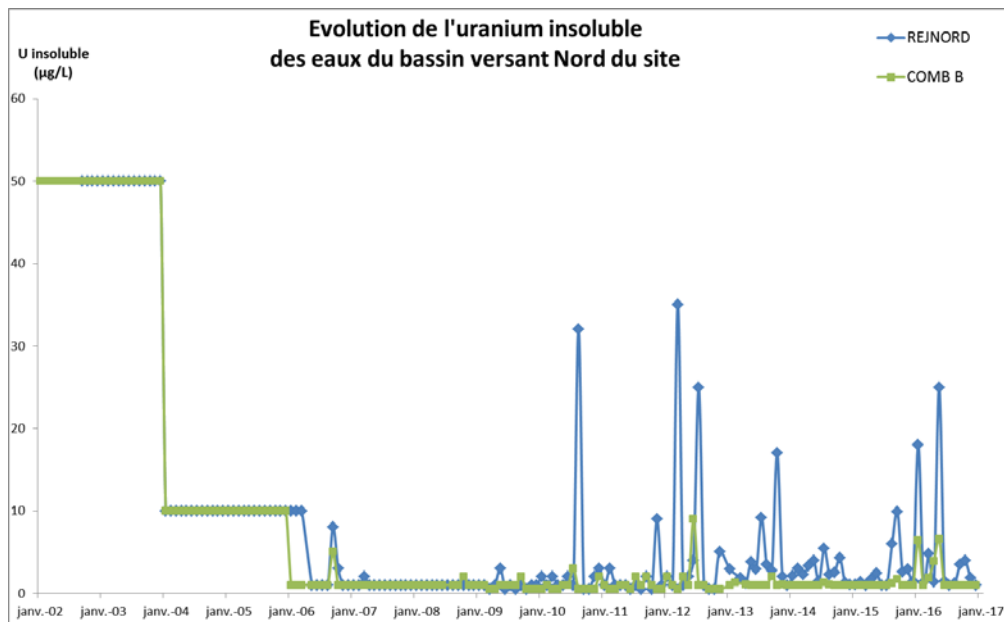
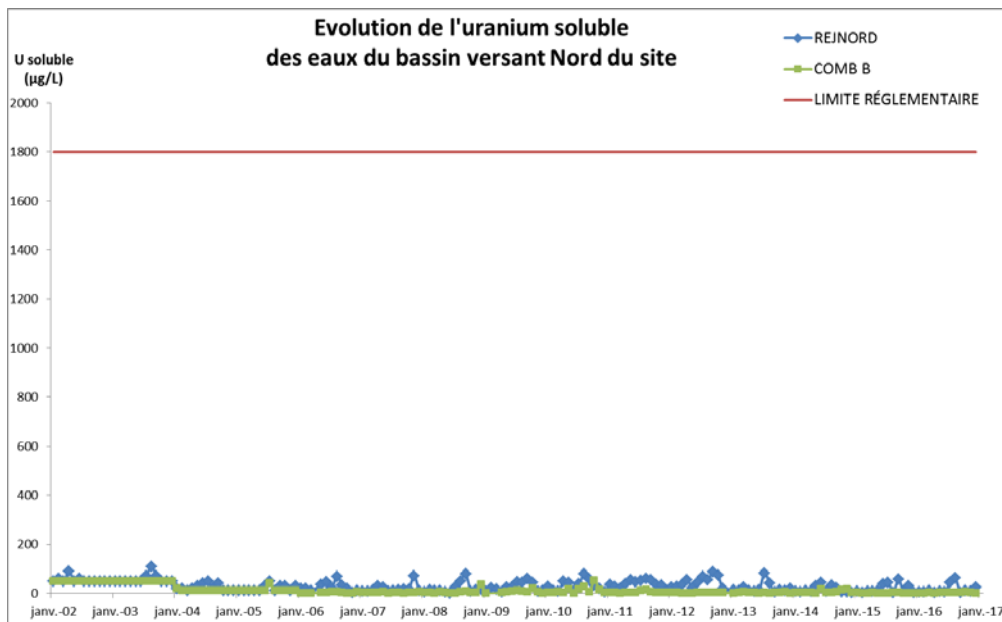
Les graphiques suivants reprennent l'ensemble des résultats obtenus durant les quinze dernières années (2002 – 2016) pour les points de prélèvements situés au Nord du site, c'est-à-dire :

- Le rejet du site (prélèvement d'eau REJNORD),
- L'environnement du site, en aval hydraulique immédiat (prélèvement d'eau COMB B).

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 74/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0



Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 75/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0



Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 76/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

Les tableaux suivants récapitulent les valeurs extrêmes mesurées ces quinze dernières années, ainsi que la moyenne sur toute la durée.

Point de prélèvement	pH			<sup>226</sup> Ra soluble (Bq/L)			<sup>226</sup> Ra insoluble (Bq/L)			U soluble (µg/L)			U insoluble (µg/L)		
	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy
<b>REJNORD</b> Rejet Nord	5,7	7,8	7,0	0,02	0,59	0,09	0,01	0,80	0,06	1	110	29	1	50	9
<b>COMB B</b> Ruisseau du Combret	5,6	7,6	7,1	0,01	0,22	0,03	0,01	0,27	0,03	1	52	12	1	50	9

Les résultats obtenus au niveau du rejet du site sont conformes à la réglementation.

L'ensemble des analyses ( $U_{sol}$  et  $U_{insol}$ ,  $^{226}Ra_{sol}$  et  $^{226}Ra_{insol}$ ) effectuées dans les eaux à ces deux points de prélèvement sont du même ordre de grandeur chaque année.

On note des variations importantes des teneurs en insoluble au niveau de certains prélèvements, liées à la période de réalisation (après une pluie) et à la réalisation du prélèvement (mise en suspension de sédiments lors de la prise d'échantillons), créant ainsi un artefact.

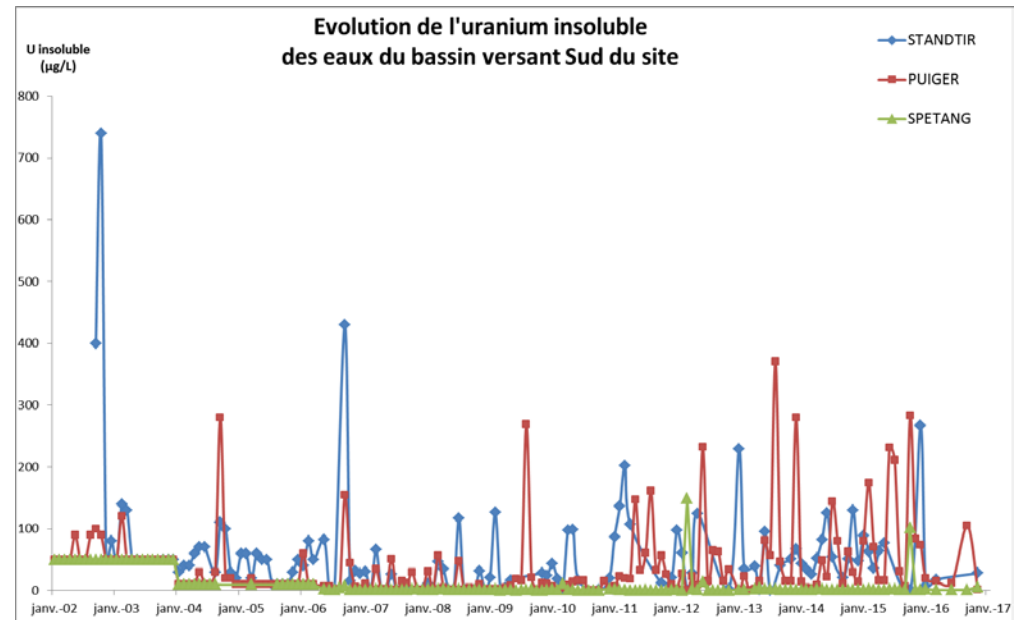
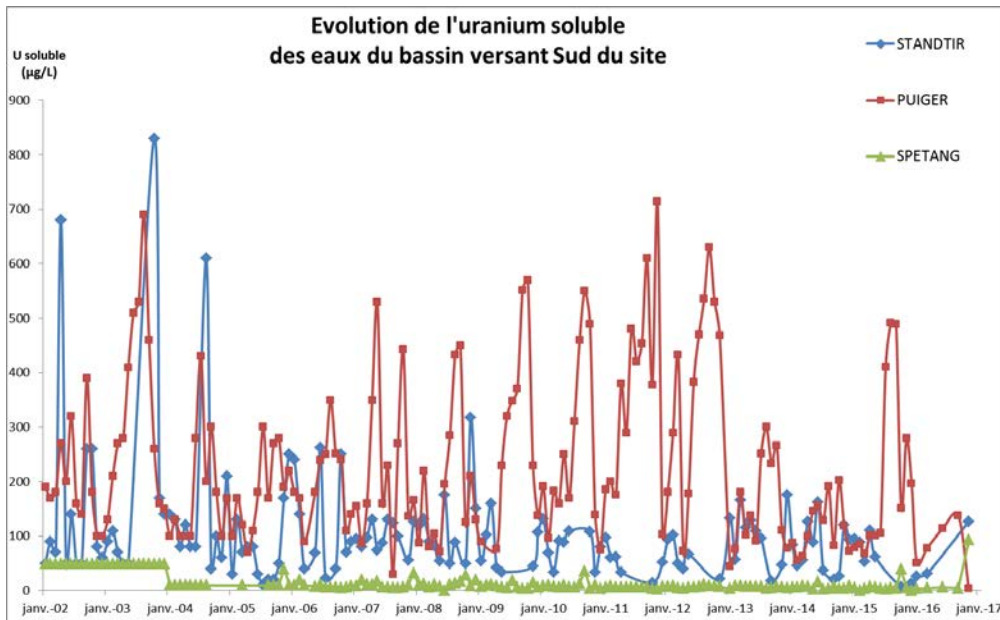
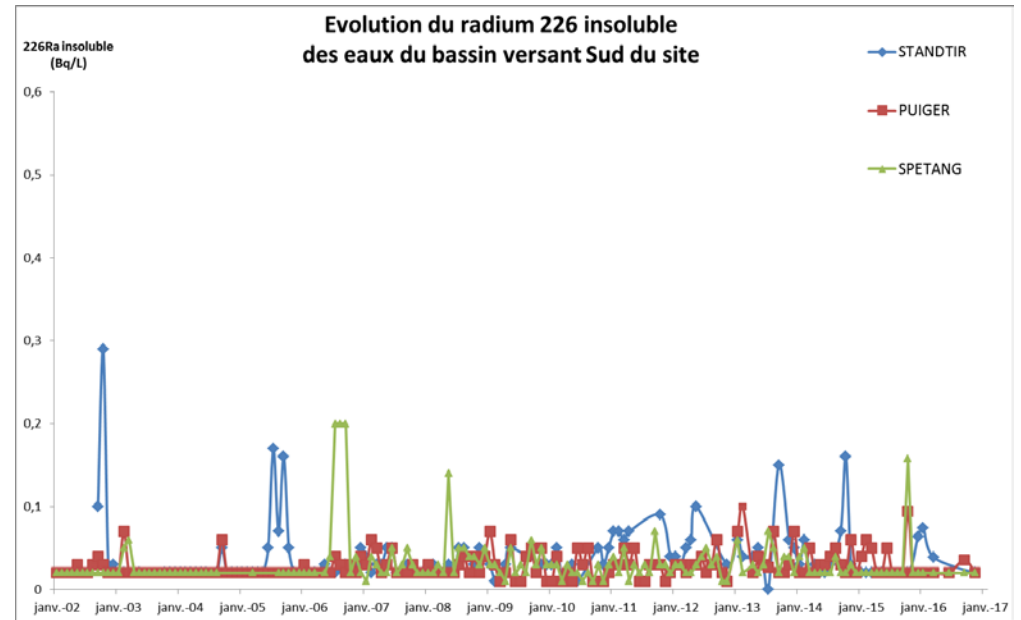
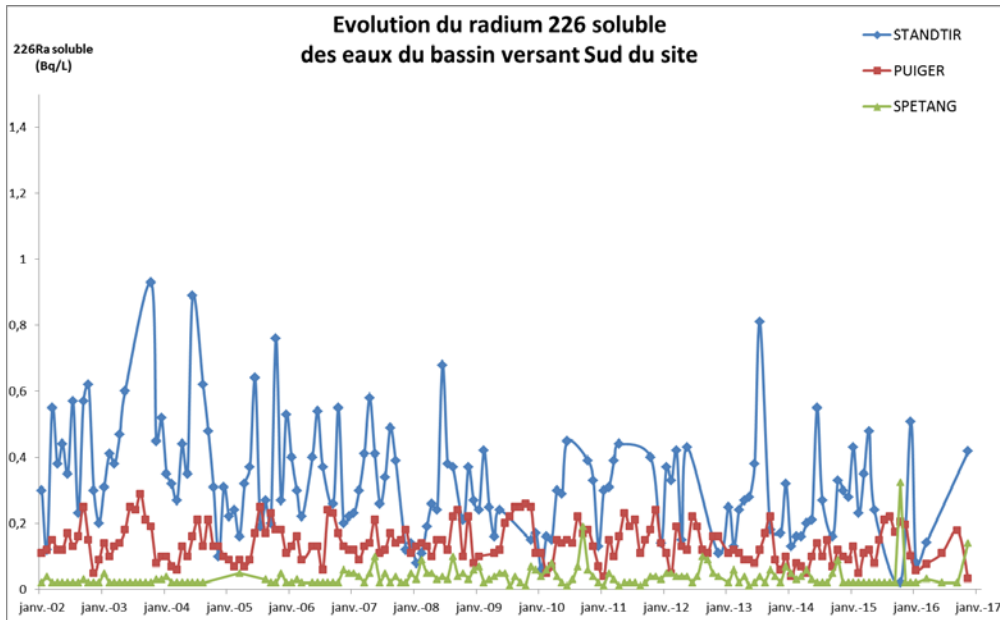
L'impact radiologique des eaux du rejet du site sur les eaux du ruisseau du Combret est très faible, et est dans les ordres de grandeur des valeurs rencontrées dans le milieu naturel.

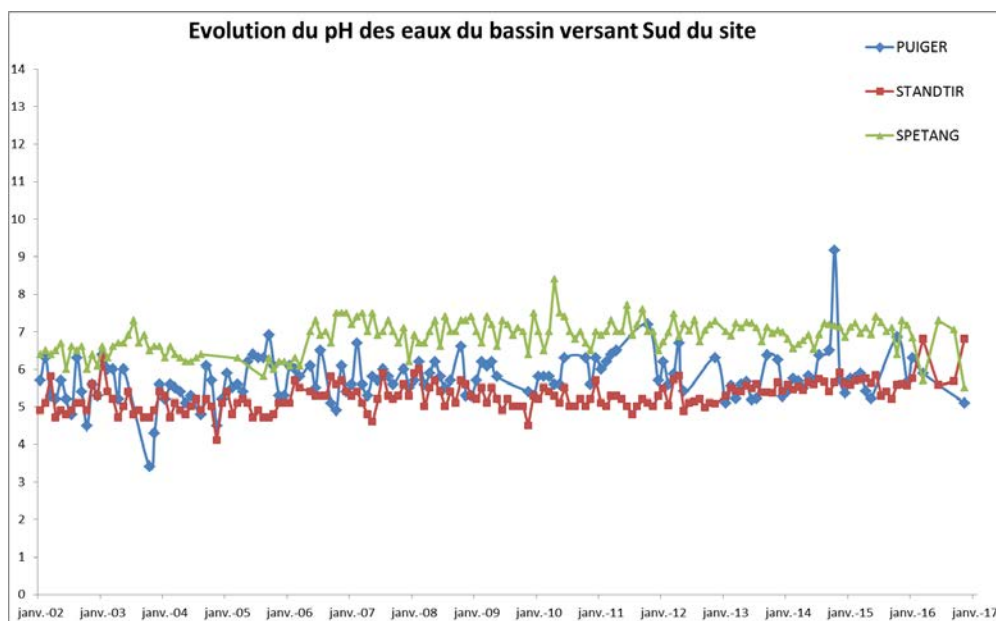
#### \* Bassin versant Sud du site

Les graphiques suivants reprennent l'ensemble des résultats obtenus durant les quinze dernières années (2002 – 2016) pour les points de prélèvements situés au Sud du site, c'est-à-dire :

- Le fossé près du stand de tir (prélèvement d'eau STANDTIR),
- Le puits Gérémy en amont de l'étang (prélèvement d'eau PUIGER),
- Le milieu du lac de Saint Pierre, en aval hydraulique immédiat (prélèvement d'eau SPETANG).

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 77/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0





Les tableaux suivants récapitulent les valeurs extrêmes mesurées ces quinze dernières années (2002 – 2016), ainsi que la moyenne sur toute la durée.

Point de prélèvement	pH			<sup>226</sup> Ra soluble (Bq/L)			<sup>226</sup> Ra insoluble (Bq/L)			U soluble (µg/L)			U insoluble (µg/L)		
	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy
<b>STANDTIR</b> Stand de tir	3,4	9,2	5,8	0,02	0,93	0,3	0,01	0,29	0,04	6	830	105	0,5	740	59
<b>PUIGER</b> Puits Gérémy	4,1	6,8	5,3	0,03	0,29	0,14	0,01	0,10	0,03	3,5	714	230	0,5	370	41
<b>SPETANG</b> Lac de Saint-Pierre	5,5	8,4	6,9	0,01	0,32	0,04	0,01	0,16	0,03	1	93	16	0,5	149	11

L'ensemble des analyses ( $U_{sol}$  et  $U_{ins}$ ,  $Ra_{sol}^{226}$  et  $Ra_{ins}^{226}$ ) effectuées dans les eaux au niveau du puits Gérémy et dans le lac de Saint Pierre sont du même ordre de grandeur durant l'ensemble de la période étudiée.

Les eaux du puits Gérémy (eaux souterraines) situé en amont hydraulique du lac de Saint-Pierre, présentent un marquage radiologique en uranium et en radium 226, dû au fait que celui-ci est localisé dans l'auréole de l'ancien gisement exploité mais en dehors de l'emprise minière. Cependant, cela n'a pas ou très peu d'impact sur la qualité radiologique des eaux du lac de Saint-Pierre.

Au niveau du stand de tir, les analyses ( $U_{sol}$  et  $U_{insol}$ ,  $^{226}Ra_{sol}$  et  $^{226}Ra_{insol}$ ) effectuées dans les eaux à ce point de prélèvement sont du même ordre de grandeur sur l'ensemble de la période.

Chaque année, ce point de prélèvement présente un assec correspondant à la période de basses eaux, qui varie selon les années.

Les eaux provenant de la buse en aval du stand de tir, présentent un marquage radiologique en uranium et en radium 226, dû au fait que celui-ci est localisé dans l'auréole de l'ancien gisement exploité mais en dehors de l'emprise minière.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 79/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

### 8.1.3 Conclusion sur l'impact du site de Saint-Pierre sur le vecteur Eau

Le site de Saint Pierre fait l'objet d'une surveillance réglementaire depuis l'arrêt de l'usine. Cette surveillance est fixée par l'arrêté préfectoral n°86-567 en date du 02 juin 1986, pris au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

Le versant Nord du site n'est pas impacté de façon significative par le site, ainsi que le montre la surveillance du ruisseau du Combret en aval immédiat du site.

Une partie du gisement est toujours présente en sub-surface au niveau du versant Sud du site. La présence de ce gisement impacte sensiblement les eaux du puits Gérémy et du stand de tir.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 80/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0



## 8.2 IMPACT DU SITE DE SAINT-PIERRE 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 Étude de l'aléa radon

Dans le cadre du Plan Régional Santé Environnement, le BRGM a produit des rapports d'étude de cartographie du potentiel d'émanation du radon sur différentes régions, dans le but d'améliorer la connaissance de cette problématique et de réduire les risques d'exposition au gaz radon à l'intérieur des habitations. Le BRGM a notamment réalisé une étude portant sur la cartographie du potentiel d'émanation du radon en région Auvergne.

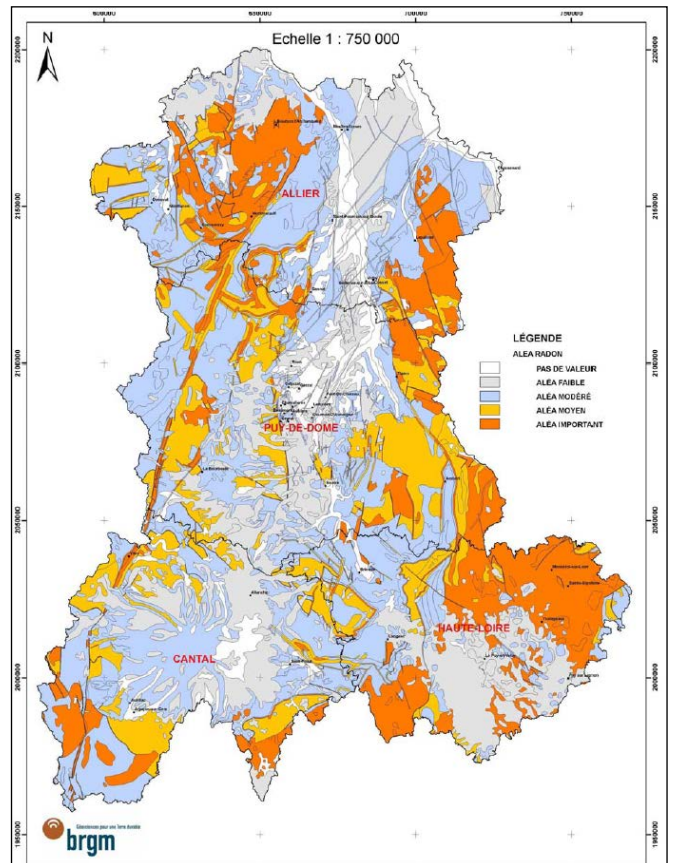
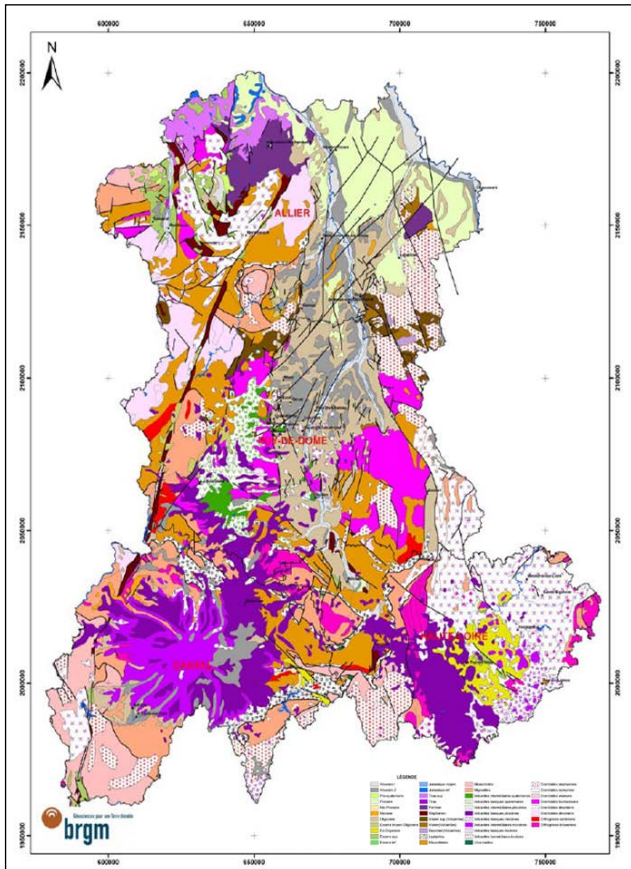
Une synthèse de cette étude est présentée dans les paragraphes suivants.

#### **CARTOGRAPHIE DU POTENTIEL D'ÉMANATION DU RADON EN AUVERGNE**

La démarche du BRGM a constitué à « estimer le contenu en uranium des formations géologiques, puis à y rajouter des facteurs additionnels qui peuvent traduire un enrichissement » (indice uranifères, présence de permis miniers). S'additionnent à cela les facteurs qui favorisent l'exhalaison du radon vers la surface, comme les failles par exemple.

La figure suivante illustre l'aléa radon estimé à partir de l'ensemble des indications de potentiel uranifère : teneurs moyennes en uranium des formations géologiques, failles, indices d'uranium, permis d'exploration minière.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 81/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

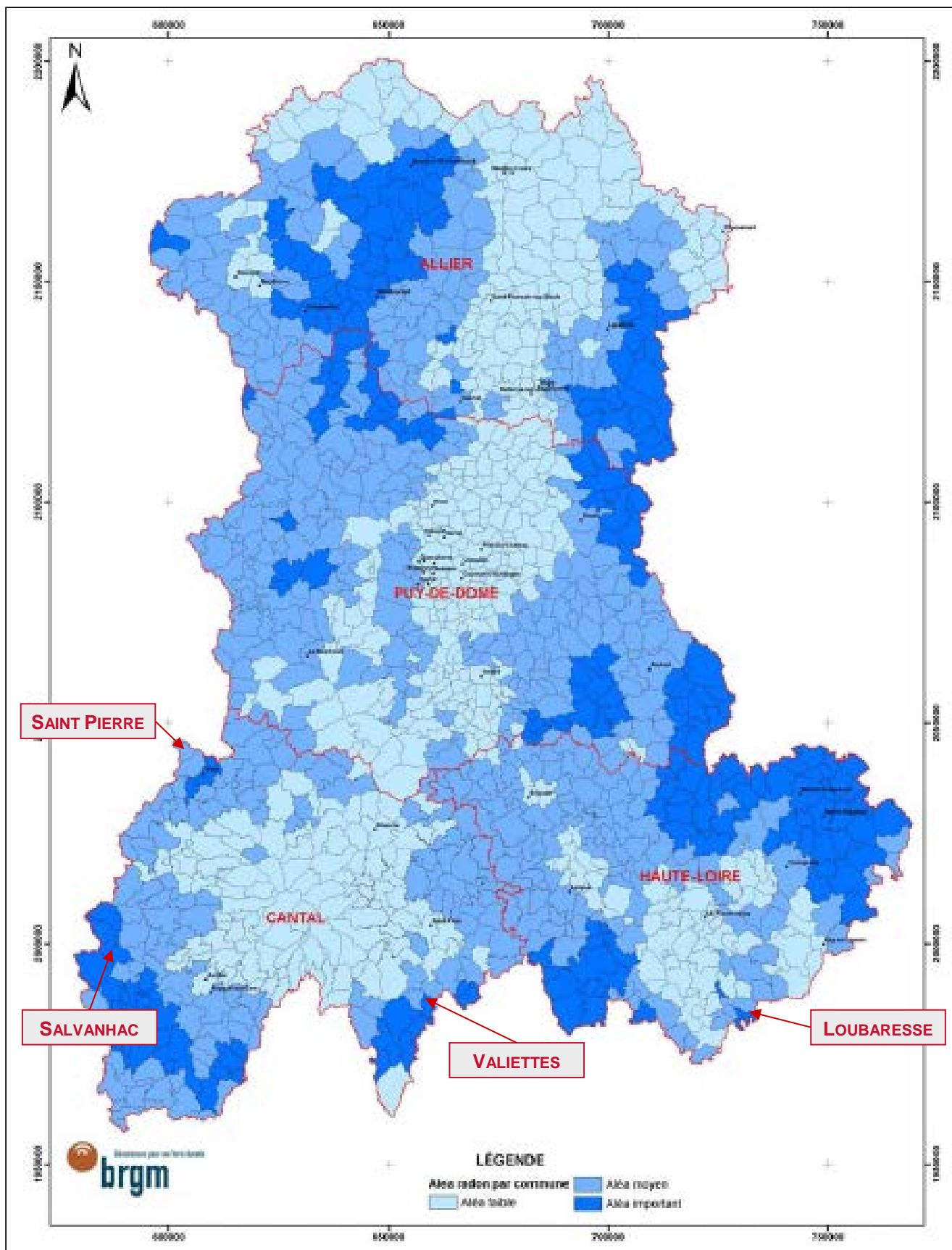


La superposition de cette carte d'aléas (à droite) avec la carte géologique (à gauche) de la région Auvergne nous informe sur la nature des roches concernées par l'aléa radon.

« L'essentiel de l'aléa radon est associé aux roches de nature granitique du socle, aux volcanites acides du Carbonifère et aux sédiments gréseux permocarbonifères. »

À partir de ces résultats, il est possible de hiérarchiser les communes en fonction de l'aléa radon. C'est l'objet de la figure suivante.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 82/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0



Les communes situées au Sud/Sud-Ouest sont les plus marquées. On retrouve certaines communes touchées par l'exploitation minière dans cette zone d'aléa fort comme celles de Siran et d'Anterrieux.

La commune de Saint-Pierre-du-Cantal est quant à elle concernée par un aléa radon moyen.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 83/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

### 8.2.3 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/m<sup>3</sup>. 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/m<sup>3</sup>.

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).

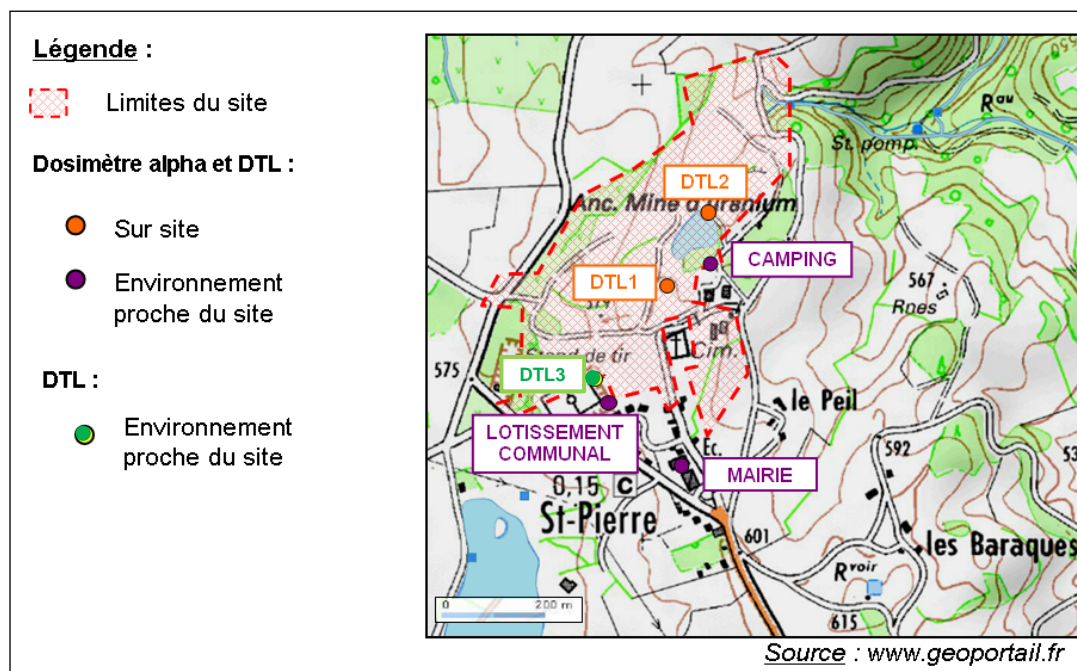
Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 84/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## 8.2.4 Résultats de la surveillance de la qualité de l'air de Saint-Pierre

Les modalités d'auto-surveillance du vecteur Air sont récapitulées dans le tableau ci-après. Les mesures sont réalisées conformément à l'article de l'arrêté préfectoral du 02 juin 1986.

Point de prélèvement/Fréquence			Paramètres analysés			
			Débit de dose externe	Énergie alpha potentielle		Activité des poussières radioactives
				Radon 220	Radon 222	
Sur site	DTL1 <sup>1</sup>	Talweg	Trimestriel	Mensuel	Mensuel	Mensuel
	DTL2	Bassin	Trimestriel	Mensuel	Mensuel	Mensuel
Environnement proche	DTL3	Terrain de Sport	Trimestriel	-	-	-
	Saint Pierre Mairie		Trimestriel	Mensuel	Mensuel	Mensuel
	Lotissement Communal		Trimestriel	Mensuel	Mensuel	Mensuel
	Camping		Trimestriel	Mensuel	Mensuel	Mensuel
Milieu naturel	Moyenne France		Annuel	Annuel	Annuel	Annuel

Le positionnement des différents points de prélèvement est indiqué sur la figure suivante.



<sup>1</sup> DTL : Dosimètre Thermo-Luminescent

Dans la mesure où il n'existe pas de station caractérisant le niveau naturel régional de l'atmosphère pour les sites du Cantal, le niveau de référence est pris sur la moyenne des milieux naturels mesurés en France. La dose ajoutée a été estimée par rapport au niveau moyen naturel français calculé à partir des résultats fournis de 2002 à 2016 pour les différentes stations implantées dans le milieu naturel dans le cadre des réseaux de surveillance des sites miniers d'Orano Mining en France.

Les résultats de la surveillance radiologique du vecteur AIR entre 2002 et 2016 sont décrits dans les paragraphes suivants.

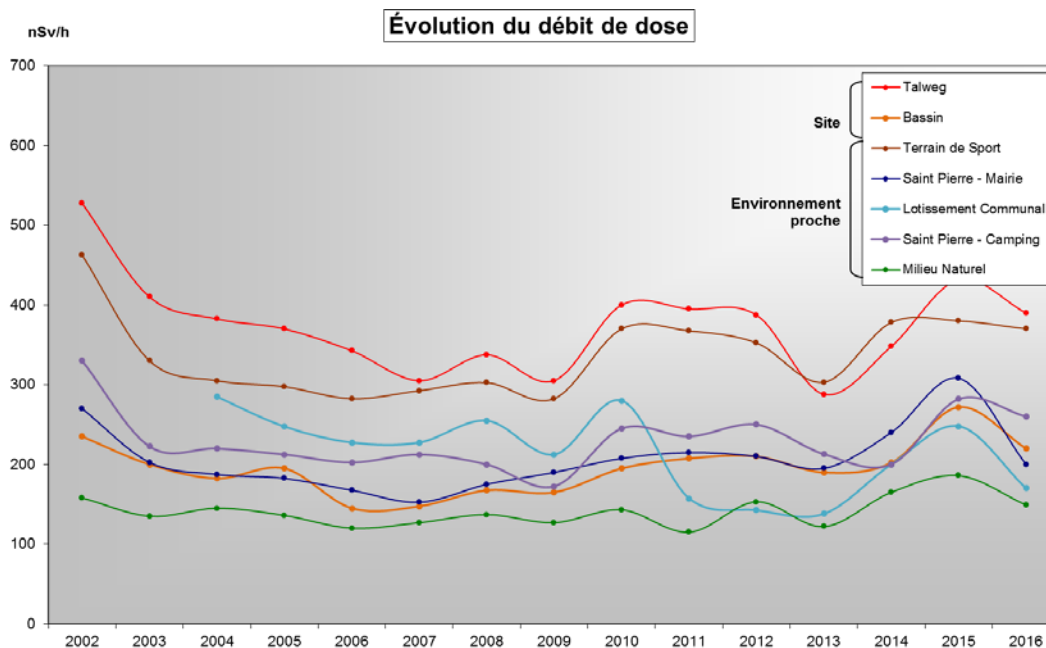
## **SUIVI DU DÉBIT DE DOSE**

Le tableau suivant récapitule la moyenne annuelle du débit de dose (en nSv/h) de chaque point de prélèvement sur les 15 années étudiées.

Année	Moyenne du débit de dose (en nSv/h)						
	DTL1 - Talweg	DTL2 - Bassin	DTL3 - Terrain de Sport	Saint Pierre Mairie	Lotissement Communal	Camping	Milieu naturel
<b>2002</b>	528	235	463	270	-	330	158
<b>2003</b>	410	200	330	203	-	223	135
<b>2004</b>	383	183	305	188	285	220	145
<b>2005</b>	370	195	298	183	248	213	136
<b>2006</b>	343	145	283	168	228	203	120
<b>2007</b>	305	148	293	153	228	213	127
<b>2008</b>	338	168	303	175	255	200	137
<b>2009</b>	305	165	283	190	213	173	127
<b>2010</b>	400	195	370	208	280	245	143
<b>2011</b>	395	208	368	215	158	235	115
<b>2012</b>	388	210	353	210	143	250	153
<b>2013</b>	288	190	303	195	138	213	122
<b>2014</b>	348	202	378	240	200	200	165
<b>2015</b>	432	272	380	308	248	282	186
<b>2016</b>	390	220	370	200	170	260	149
<b>TOTAL</b>	<b>375</b>	<b>196</b>	<b>338</b>	<b>207</b>	<b>215</b>	<b>231</b>	<b>141</b>

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 86/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

L'évolution des moyennes annuelles du débit de dose de 2002 à 2016 sur l'ensemble des stations est représenté sur le graphe suivant.



Le débit de dose moyen le plus élevé est relevé sur le site, dans le talweg. Il est de l'ordre de 400 nSv/h. Il est environ 2 fois plus élevé que dans l'environnement proche du site.

Les débits de dose moyens relevés dans l'environnement proche sont d'environ 210 nSv/h et restent globalement du même ordre de grandeur que la moyenne française, malgré le fait que cette dernière est faible par rapport aux niveaux habituellement rencontrés dans les secteurs uranifères.

Il est à noter une diminution significative de près de 40 % du débit de dose moyen mesuré au niveau du lotissement communal, du fait de la réalisation de travaux courant 2010 à proximité (cf. paragraphe 12.1 – Réduction des impacts sur le vecteur Air).

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 87/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## SUIVI DES EAP DES RADONS 220 ET 222

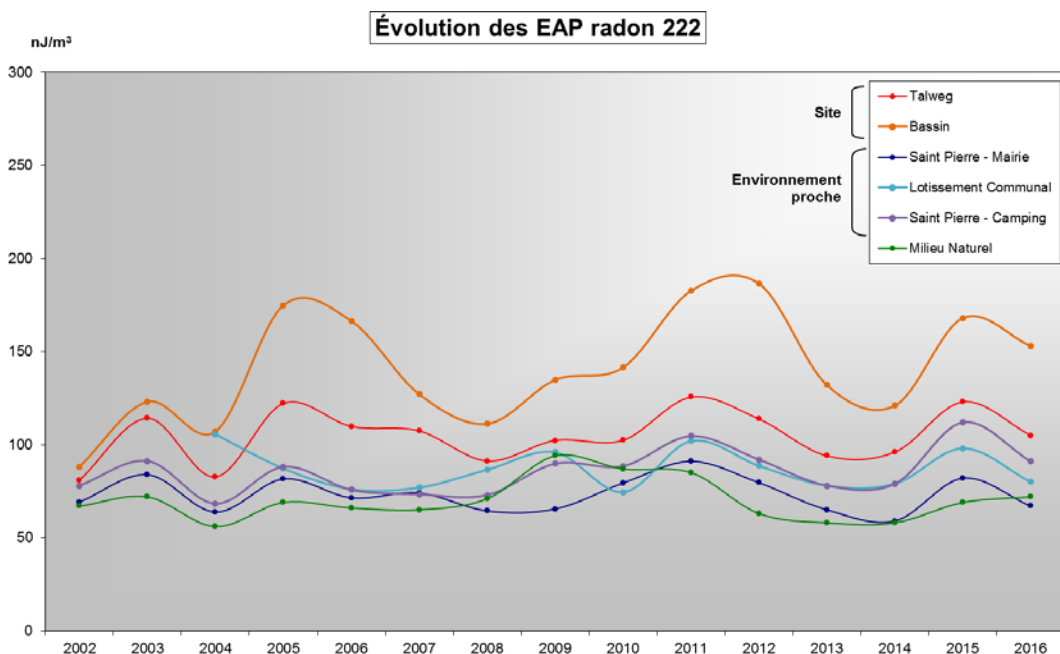
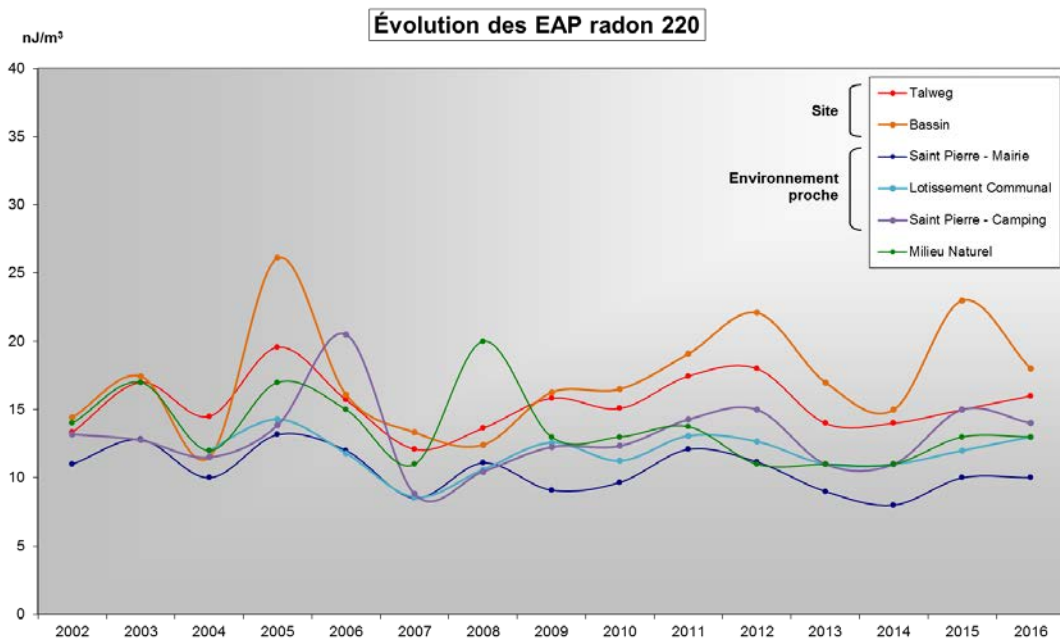
Le tableau suivant récapitule la moyenne annuelle de l'énergie alpha potentielle en radon 220 et en radon 222 (en nJ/m<sup>3</sup>) de chaque point de prélèvement sur ces 15 années.

Année	Moyenne de l'énergie alpha potentielle en radon 220 (nJ/m <sup>3</sup> )						Moyenne de l'énergie alpha potentielle en radon 222 (nJ/m <sup>3</sup> )					
	Talweg	Bassin	Mairie	Lotissement Communal	Camping	Milieu naturel	DTL1 - Talweg	DTL2 - Bassin	Mairie	Lotissement Communal	Camping	Milieu naturel
<b>2002</b>	13	14	11	-	13	14	81	88	69	-	78	67
<b>2003</b>	17	17	13	-	13	17	114	123	84	-	91	72
<b>2004</b>	15	12	10	12	12	12	83	107	64	106	68	56
<b>2005</b>	20	26	13	14	14	17	122	175	82	87	88	69
<b>2006</b>	16	16	12	12	21	15	110	166	72	76	76	66
<b>2007</b>	12	13	9	9	9	11	107	127	74	77	73	65
<b>2008</b>	14	12	11	11	10	20	91	111	64	87	73	71
<b>2009</b>	16	16	9	13	12	13	102	135	65	96	90	94
<b>2010</b>	15	17	10	11	12	13	102	142	79	75	89	87
<b>2011</b>	17	19	12	13	14	14	126	183	91	102	105	85
<b>2012</b>	18	22	11	13	15	11	114	187	80	89	92	63
<b>2013</b>	14	17	9	11	11	11	94	132	65	78	78	58
<b>2014</b>	14	15	8	11	11	11	96	121	59	79	79	58
<b>2015</b>	15	23	10	12	15	13	123	168	82	98	112	69
<b>2016</b>	16	18	10	13	14	13	105	153	67	80	91	72
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>17</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>105</b>	<b>141</b>	<b>73</b>	<b>87</b>	<b>86</b>	<b>70</b>

L'évolution des moyennes de l'énergie alpha potentielle en radon 220 et en radon 222 (en nJ/m<sup>3</sup>) de chaque point de prélèvement de 2002 à 2016 est représenté sur les graphes suivants.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 88/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0





L'évolution des EAP des radons 220 et 222 sur le site reste similaire à celle mesurée dans le milieu naturel. Les niveaux relevés sont dans l'ordre de grandeur de ceux mesurés dans le milieu naturel et reflètent la position peu encaissée du site

### **SUIVI DE L'ACTIVITÉ DES POUSSIÈRES**

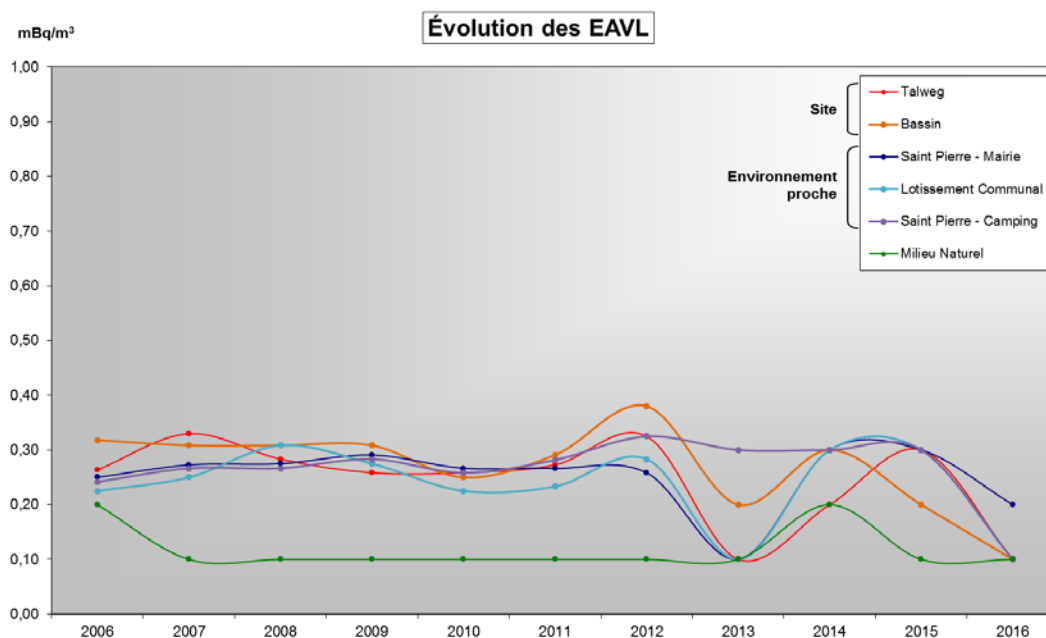
Le tableau suivant récapitule la moyenne annuelle de l'activité des poussières radioactives (en mBq/m<sup>3</sup>) de chaque point de prélèvement sur ces 10 années.

La limite de détection a été portée en 2006 en dessous de 1 mBq/m<sup>3</sup>, la période 2002 - 2005 n'est pas prise en compte dans les tableau et graphe suivants.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 89/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

Année	Moyenne de l'activité des poussières radioactives (mBq/m <sup>3</sup> )					
	DTL1 - Talweg	DTL2 -Bassin	Saint Pierre Mairie	Lotissement Communal	Camping	Milieu naturel
2006	0,26	0,32	0,25	0,23	0,24	0,2
2007	0,33	0,31	0,27	0,25	0,27	0,1
2008	0,28	0,31	0,28	0,31	0,27	0,1
2009	0,26	0,31	0,29	0,28	0,28	0,1
2010	0,26	0,25	0,27	0,23	0,26	0,1
2011	0,27	0,29	0,27	0,23	0,28	0,1
2012	0,33	0,38	0,26	0,28	0,33	0,1
2013	0,10	0,20	0,10	0,10	0,30	0,1
2014	0,20	0,30	0,30	0,30	0,30	0,2
2015	0,30	0,20	0,30	0,30	0,30	0,1
2016	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10	0,1
<b>TOTAL</b>	<b>0,24</b>	<b>0,27</b>	<b>0,25</b>	<b>0,24</b>	<b>0,27</b>	<b>0,35</b>

L'évolution des moyennes de l'activité des poussières radioactives (en mBq/m<sup>3</sup>) de chaque point de prélèvement de 2006- à 2016 est représenté sur le graphe suivant.



L'activité des poussières radioactives suit la même tendance pour l'ensemble des mesures. Elle reste très proche de celle mesurée dans le milieu naturel. Quel que soit le point de prélèvement, elle est environ deux fois plus élevée que la moyenne mesurée en France, tout en restant du même ordre de grandeur.

### **8.2.5 Conclusion sur l'impact du site de Saint-Pierre sur le vecteur Air**

Les résultats obtenus dans le cadre de la surveillance réglementaire du site de Saint-Pierre-du-Cantal montrent l'absence d'impact mesurable sur l'environnement proche du site, tant sur le débit de dose, les énergies alfa-potentiels des radons 220 et 222 et l'activité des poussières.

Les travaux réalisés en 2010 au niveau du lotissement communal ont permis de diminuer sensiblement le débit de dose au niveau de cette zone.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 91/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## 8.3 IMPACT DU SITE DE SAINT-PIERRE 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 du site de Saint-Pierre

Le suivi des analyses radiologiques des bio-indicateurs est effectué tous les 2 ans. Sont contrôlés :

- Les légumes feuilles (choux)
- Les légumes racinaires (pommes de terre)
- Les fruits (pommes)
- Le lait
- Les volailles (poules).

Les prélèvements sont réalisés dans le village de Saint Pierre (Lotissement) et sont comparés au niveau naturel local (village de Champagnac). Les résultats des analyses (exprimées en Bq/kg sur matières fraîches) réalisées sont reportés à la Figure 8.

Les activités volumiques ou massiques mesurées 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	Feuilles	Racines	Fruits	Volailles	Lait
Saint Pierre	< LD	73%	64%	96%	73%	64%	78%
	> LD	27%	36%	4%	27%	36%	22%
Champagnac (milieu naturel)	< LD	82%	82%	82%	87%	87%	82%
	> LD	18%	18%	18%	13%	13%	18%
TOTAL	Inférieurs à la limite de détection	78%	73%	89%	80%	76%	80%
	Supérieurs à la limite de détection	22%	27%	11%	20%	24%	20%

L'ensemble de ces résultats sont intégrés dans le calcul de la dose efficace annuelle ajoutée en supplément du milieu naturel et développé dans le chapitre 11 – Évaluation de la dose efficace ajoutée.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 92/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## 9 TIERCES-EXPERTISES DE LA SURVEILLANCE RÉALISÉES DANS LE CADRE DE LA CONCERTATION AVEC LES PARTIES PRENANTES

En janvier 2003, SMJ dépose auprès de la Préfecture une demande de cessation d'activité au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, conformément à l'article 34-1 du décret n°77-113 du 21 septembre 1977 modifié pris pour application de la loi n°76-663 du 19 juillet 1976 relative aux ICPE (codifiée au Titre 1<sup>er</sup> – Livre V du Code de l'Environnement).

À la demande des parties prenantes locales, une CLI (Commission Locale d'Information) a été créée par arrêté préfectoral n°2005-560 du 21 avril 2005.

Faisant suite à une décision de cette CLI, il a été demandé en 2005 à SMJ de faire vérifier la pertinence des études et mesures disponibles sur l'ancien site minier de Saint-Pierre, pour ce qui concerne les risques liés à la radioactivité à deux tiers experts.

Le Conseil Général et la Préfecture ont respectivement décidé de faire appel à l'association la CRIIRAD, et à l'organisme l'IRSN.

Le résumé des analyses et des commentaires réalisés par ces deux entités figurent dans le présent chapitre.

Il est à noter que, dans le cadre de ce bilan, seules les principales conclusions seront citées telles que rédigées dans leurs documents d'origine.

Certaines de ces conclusions sont contradictoires entre les différents contributeurs, notamment en ce qui concerne l'origine de certains marquages ainsi que leurs méthodes de caractérisation. Ces études ont fait l'objet de présentations contradictoires en CLI.

De même, les documents réalisés en dehors de ces expertises réalisées en parallèle ne seront pas évoquées dans le présent chapitre. Elles sont cependant listées dans la fiche de site de Saint Pierre (cf. Annexe 1).

### 9.1 TIERS-EXPERTISE PAR LA CRIIRAD DE L'ÉVALUATION DE L'IMPACT DU SITE DE SAINT-PIERRE

L'expertise de CRIIRAD a été réalisée selon trois axes :

- Le volet aquatique  
Les échantillonnages et les contrôles radiologiques ont porté principalement sur les sédiments ;
- Le volet exposition externe et la caractérisation radiologique des sols ;
- Le volet radon dans l'air extérieur et intérieur ;  
À noter que la partie relative au radon dans les habitations fait l'objet d'un paragraphe spécifique (chapitre 13) et ne sera donc pas abordé dans le présent chapitre.

Les extraits des conclusions des études précitées figurent dans les paragraphes suivants.

#### 9.1.1 Tiers-expertise de l'impact sur le vecteur Eau

Dans le cadre de la tierce-expertise, la CRIIRAD a réalisé ses échantillonnages et contrôles radiologiques principalement sur les sédiments dans le but de caractériser l'impact du site à travers le vecteur Eau.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 93/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

« Les résultats des prospections radiométriques, la description des prélèvements et les résultats des analyses de sédiments (et plus ponctuellement d'eau et végétaux aquatiques) sont traités par secteur géographique :

- Chapitre 4 : milieu naturel (références)
- Chapitre 5 : bassin versant du plan d'eau (sud)
- Chapitre 6 : secteur nord-ouest du site minier
- Chapitre 7 : bassin versant du Combret (nord)

Chaque chapitre comporte une conclusion distincte.

[...]

Les analyses en spectrométrie gamma effectuées par la CRIIRAD ont porté sur :

- 42 échantillons de sédiments (dont 2 échantillons de référence) prélevés sur 30 stations dans les bassins versants du plan d'eau, du Gioux, du ruisseau nord-ouest et du Combret,
- 6 échantillons de végétaux aquatiques (dont 2 échantillons de référence) prélevés sur 5 stations dans les bassins versants du plan d'eau et du Combret.

Ces échantillons ont été prélevés sur la base de relevés radiométriques de terrain permettant dans de nombreux cas de mettre en évidence un excès de radionucléides dans les sédiments et pouvant résulter de dépôts liés au transport par les eaux.

Rappelons qu'aucune donnée concernant les sédiments et les végétaux aquatiques n'apparaissait dans les bilans du réseau de surveillance de l'exploitant. Il s'agit pourtant d'éléments indispensables à l'appréciation de l'impact radiologique d'un site sur le milieu aquatique et des risques qui en découlent.

En complément,

- un échantillon d'eau du puits Gérémy prélevé après vidange (et donc pleinement représentatif des eaux souterraines) a été soumis à des analyses en spectrométrie gamma, ainsi qu'à des analyses chimiques,
- un échantillon d'eau de la buse du stand de tir a été soumis à des analyses chimiques.

[...]

En résumé, on retiendra principalement :

1. Dans les trois bassins versants susceptibles de recueillir des eaux provenant du site minier, des sédiments et terres prélevées par la CRIIRAD dans ou à proximité des cours d'eau présentent des activités en radionucléides de la chaîne de l'uranium 238 notablement supérieures à celles des sédiments de référence.
2. Pour le plan d'eau, un faisceau d'indicateurs suggère l'origine minière de la contamination (déséquilibres dans la chaîne de l'uranium 238 et chimie des eaux). La contamination est constatée particulièrement dans les sédiments des arrivées nord et nord-est du plan d'eau et leurs secteurs amont respectifs, avec des activités en uranium 238 supérieures à 3 700 Bq/kg en de nombreux secteurs (alimentation nord, fossé nord-est, drains du stand de tir, fond du puits Gérémy). L'activité de l'uranium 238 est même supérieure à 140 000 Bq/kg dans certains secteurs du fossé au nord est du plan d'eau. Les eaux de ces différentes arrivées sont contaminées du fait du ruissellement sur ou à travers des terrains comportant en surface ou subsurface des déchets radioactifs issus de l'exploitation (cf. tome 2). A l'opposé, les activités en uranium 238 et descendants des sédiments de l'alimentation nord-ouest et du ruisseau des Craux (moins de 200 Bq/kg en uranium 238) sont proches de celles des références.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 94/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

3. Dans le secteur ouest, des investigations supplémentaires sont nécessaires pour déterminer l'origine exacte de la contamination des échantillons prélevés dans un pré en contrebas du site (uranium 238 = 39 800 Bq/kg dans le drain d'une prairie et 7 300 Bq/kg dans la couche superficielle du sol de prairie). Mais il existe une forte suspicion de contamination imputable aux activités minières proches.
4. Dans le bassin versant du Combret, les analyses de sédiments montrent que la contamination radiologique du milieu aquatique provient des écoulements en provenance du site, principalement via le chenal du radium (radium 226 = 18 500 Bq/kg) et le rejet au pied de la digue des bassins de stockage des résidus (uranium 238 = 11 800 Bq/kg). Ces écoulements ont conduit à une contamination mesurable jusqu'à la confluence du Combret avec la Dordogne (uranium 238 = 7 800 Bq/kg).
5. La persistance des apports est mise en évidence par l'analyse :
  - des eaux du puits Gérémy en amont du plan d'eau,
  - d'un échantillon de mousses aquatiques dans le bassin versant du Combret (contamination par l'uranium 238 et le radium 226).

### 9.1.2 Tiers-expertise de l'impact sur le vecteur Air

Dans ce paragraphe figureront les conclusions de deux expertises CRIIRAD :

- Le volet exposition externe et caractérisation radiologique des sols
- Le volet Radon, pour sa partie air extérieur

#### EXPERTISE 2006 / PHASE 2 / TOME 2 / SOLS ET RELEVÉS RADIAMÉTRIQUES ; CRIIRAD, 2007 [29]

*Le présent rapport traite des investigations réalisées par la CRIIRAD au cours de la phase 2 de l'expertise du site de Saint-Pierre sur le volet exposition externe et la caractérisation radiologique des sols.*

[...]

*En résumé :*

1. *Sur l'ensemble des terrains où la CRIIRAD a réalisé des mesures radiométriques, les relevés montrent un niveau d'irradiation gamma anormalement élevé, ainsi que la présence de nombreux points « chauds ».*
2. *Sur l'ensemble des terrains où la CRIIRAD a prélevé des échantillons, les analyses ont révélé :*
  - *la présence de matériaux radioactifs issus de l'exploitation sur des terrains non soumis à des servitudes. Ces déchets d'exploitation n'ont été répertoriés ni par l'exploitant ni par les précédentes études,*
  - *la faible profondeur à laquelle ces matériaux radioactifs sont présents, y compris sur le terrain réaménagé du stade de football où la quasi absence de couche de couverture révèle la mauvaise qualité du réaménagement et l'insuffisance des précautions prises pour assurer une réduction du risque radiologique.*
  - *Une situation d'absence de confinement de déchets radioactifs dans le domaine public.*
3. *L'ensemble de ces résultats permet d'affirmer que l'héritage minier induit des risques radiologiques significatifs pour la population.*

*La quantification de ces risques nécessite de prendre en compte toutes les voies d'exposition (exposition externe, inhalation de radon et poussières, ingestion d'eau et d'aliments contaminés) et de construire des scénarii d'exposition. Ce travail devrait être effectué dans le cadre de la Phase 3. On peut d'ores et déjà relever dans le cas du lotissement que l'exposition externe ajoutée est supérieure à 0,3 µSv/h.*

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 95/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

Ceci conduit pour une présence de 5 minutes par jour à une dose annuelle supérieure à la valeur de 10 microSieverts par an, valeur au-dessus de laquelle la directive Euratom de mai 1996 considère que l'impact d'une pratique n'est pas négligeable sur le plan de la radioprotection. Un temps de présence de 8 heures par jour conduit à une exposition externe cumulée sur l'année supérieure à la dose maximale annuelle admissible de 1 000 microSieverts par an (sans compter les expositions internes par ingestion et inhalation).

Note : dans le cas de certains secteurs comme le terrain de football, le lotissement communal, le terrain au nord du camping, les abords de la parcelle ZD 65, le bois au nord du stand de tir, etc..l'exposition ajoutée est même supérieure par endroits à 0,7 microSievert par heure à 1 mètre au dessus du sol.

L'exposition annuelle ajoutée est donc supérieure à 1 milliSievert par an pour une présence de 4 heures par jour toute l'année (4 heures \* 0,7 microSievert par heure \* 365 jours = plus de 1000 microSieverts par an = plus de 1 milliSievert par an), et ceci pour la seule voie d'exposition « externe ».

Si l'on tient compte des expositions ajoutées par les autres voies d'exposition (inhalation de gaz radon, ingestion d'eau ou aliments contaminés), la limite maximale annuelle admissible de 1 milliSievert par an pourrait même être dépassée avec un taux de fréquentation beaucoup plus faible.

Il faut souligner par ailleurs que l'arrêté préfectoral de 1986 disposait en son article 3.3 que le débit d'équivalent de dose reçu par une personne supposée présente sur les lieux, n'excéderait en aucun point 0,5 rem par an, c'est-à-dire 5 milliSieverts par an, pour un facteur d'occupation de 1.

Cette prescription est donc dépassée puisque que l'exposition horaire ajoutée dépasse en de nombreux secteurs 0,57 microSieverts par heure et l'exposition horaire totale dépasse 0,77 microSieverts par heure.

#### EXPERTISE 2006 / PHASE 2 / TOME 3 / RADON ; CRIIRAD, 2007 [31]

Le présent rapport traite des investigations réalisées par la CRIIRAD au cours de la phase 2 de l'expertise du site de Saint-Pierre sur le volet radon dans l'air extérieur et intérieur.

Les résultats détaillés sont présentés par type de mesures (air extérieur au chapitre 2, flux d'exhalation de radon au chapitre 4 et radon dans l'air intérieur au chapitre 5).

Les conclusions et la synthèse des résultats de chaque chapitre sont présentés ci-dessous.

##### 1. Radon dans l'air extérieur

Les mesures de l'activité du radon 222 dans l'air extérieur effectuées par la CRIIRAD sur 48 heures en juillet 2006, en 20 stations montrent que, sur le site de Saint-Pierre et son environnement proche, en fonction de l'emplacement du capteur, la variabilité des concentrations en radon est supérieure à un facteur 8.

On observe sur le site ou son environnement immédiat des concentrations en radon pouvant être jusqu'à 20 fois supérieures aux niveaux mesurés en 2 stations de référence (30 Bq/m<sup>3</sup>).

Les activités les plus élevées (plus de 150 Bq/m<sup>3</sup>), c'est-à-dire plus de 5 fois supérieures aux références sont mesurées :

- sur le site lui-même (166 à 603 Bq/m<sup>3</sup>), et dans l'environnement proche tant à l'ouest (parcelle Marion : 201 Bq/m<sup>3</sup>, bois au nord
- du stand de tir : 414 Bq/m<sup>3</sup>), qu'au nord (pied de digue : 628 Bq/m<sup>3</sup>, vallon du Combret : 316 Bq/m<sup>3</sup>), à l'est du village (174 Bq/m<sup>3</sup>) et au sud (plan d'eau : 323 Bq/m<sup>3</sup>).

Ces résultats sont à mettre en relation avec les valeurs élevées de flux d'exhalation de radon présentés ci-après et avec les mesures de radon dans l'eau commentées dans le rapport N°07-68 / Tome 1.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 96/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0



*Bien qu'il ne soit pas possible de tirer des conclusions définitives à partir d'une campagne de mesure sur 48 heures, ces premiers résultats suggèrent que l'activité en radon 222 d'origine anthropique, sur le site de Saint-Pierre et son environnement proche peut être nettement supérieure au niveau naturel, parfois d'un ordre de grandeur ce qui n'est pas mis en évidence<sup>1</sup> par le réseau de mesure de l'exploitant.*

*Des recommandations seront formulées lors de la Phase 3 pour améliorer le dispositif de surveillance radiologique.*

## *2. Flux d'exhalation de radon à la surface du sol*

*Les mesures de flux d'exhalation de radon réalisées par la CRIIRAD montrent des taux élevés (de 76 à 5 383 mBq/m<sup>2</sup>/s) sur les parcelles en proximité du site de Saint-Pierre (parcelle ZD 65, lotissement communal, parcelle Gérémy, bande de servitude du lotissement, bois au nord du stand de tir, terrain nord camping) alors que les valeurs mesurées sur 2 sites de référence dans un contexte géologique similaire sont inférieures aux limites de détection (< 13 et < 30 mBq/m<sup>2</sup>/s).*

*On notera que pour 5 des 6 stations contrôlées et présentant des taux élevés, aucune servitude ni restriction d'usage ne sont actuellement en vigueur sur les terrains.*

*Pourtant les niveaux radiométriques et les flux d'exhalation de radon sont élevés, nettement supérieurs au niveau naturel et restent en plusieurs stations comparables aux niveaux mesurés par l'IRSN en 1993 avant réaménagement du site [...].*

*Les analyses de sol effectuées par la CRIIRAD montrent que cette radioactivité est liée à la présence de déchets uranifères et ou radifères.*

*Leur présence dans le sol ou le sous-sol peut conduire à une exposition totalement injustifiée des personnes.*

*Cette situation est d'autant plus grave que des bâtiments ont été construits sur ces terrains (cas du lotissement communal) ou pourraient être construits dans le futur (cas de la parcelle Gérémy). Dans ces cas, s'ajoutent à l'exposition externe, les risques d'accumulation de radon dans les parties habitées.*

*[...]*

<sup>1</sup> L'écart entre les activités en radon (EAP) maximales et minimales mesurées sur site et dans l'environnement proche par le réseau de mesure de l'exploitant n'est que d'un facteur 2.

## **9.2 TIERS-EXPERTISE PAR L'IRSN DE L'ÉVALUATION DE L'IMPACT DU SITE DE SAINT-PIERRE**

L'expertise de l'IRSN a été réalisée avec pour objectifs :

- de définir le plus complètement possible le périmètre d'influence potentielle du site pour les trois vecteurs (eau, air et sols) au vu des études disponibles. Des analyses complémentaires ont été réalisées pour être comparées à celles effectuées dans le cadre de la surveillance du site,
- d'évaluer l'impact radiologique sur les populations vivant, travaillant ou séjournant dans l'environnement du site,
- de proposer une évolution du dispositif de surveillance actuel en vue de le rendre plus adapté et fiable.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 97/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

Un déroulement en trois étapes avec présentation des éléments intermédiaires à la fin de chaque étape a été défini :

- 1<sup>ère</sup> étape [32] - Partie historique bibliographique : analyse de l'ensemble des documents existant afin de préciser les éléments complémentaires indispensables (analyses, prélèvements, études...) pour obtenir l'état radiologique actuel du site ;
- 2<sup>ème</sup> étape [33] - Investigations complémentaires de façon à obtenir un état radiologique le plus complet et fiable possible du site ;
- 3<sup>ème</sup> étape [34] - Élaboration des recommandations pour le suivi radiologique du site permettant d'actualiser l'arrêté préfectoral de surveillance. Cette étape comprendra un bilan de l'état radiologique du secteur ainsi qu'une évaluation de l'impact sanitaire des populations vivant, travaillant ou séjournant sur le site.

Dans le cadre de ce bilan, seules les principales conclusions seront évoquées. Les résultats d'analyses, ainsi que les rapports complets, sont disponibles sur le site internet de l'IRSN.

## 9.2.1 Tiers-expertise de l'impact sur le milieu aquatique

### LE VECTEUR EAU [33]

Des mesures ont porté sur un total de 31 échantillons d'eau, dont 29 prélèvements réalisés en mai 2006 à l'occasion de la campagne géologique et hydrogéologique IRSN et 2 prélèvements complémentaires effectués en septembre 2006.

Les analyses ont été déterminées en fonction des éléments constituant les origines potentielles de marquage.

L'IRSN a décrit dans son rapport les différentes sources possibles des apports d'éléments chimiques dans les eaux [33] :

*« - le minerai : les minéralisations uranifères oxydées essentiellement présentes à l'état de phosphates et vanadates d'uranyle et de baryum-calcium, et en moindre proportion les minéralisations réduites (pechblende) présentes dans les zones riches en pyrites et matières organiques charbonneuses ;*

*- les produits de traitement utilisés à l'usine et dans les stalles de lixiviation : acide sulfurique, chaux, magnésie, chlorure de sodium ;*

*- le chlorure de baryum utilisé à l'usine de traitement des eaux.*

*On notera que le minerai contient également du magnésium, du manganèse, etc. et que les sulfates peuvent être dus naturellement à l'existence de pyrites. »*

La majorité des prélèvements est constituée par des eaux superficielles prélevées dans les zones suivantes :

- le périmètre du site ;
- le réseau des tributaires du Combret ;
- le côté nord-ouest et ouest du site ;
- les arrivées dans le plan d'eau et le ruisseau de Gioux ;

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 98/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

- la Dordogne.

Par ailleurs une dizaine de prélèvements d'eaux souterraines a été réalisée à Saint Pierre autour du site et dans un environnement éloigné (Chaissac et Teldes).

La conclusion de l'expertise relative au vecteur Eau figure ci-après [33] :

« Les eaux les plus marquées sont les suivantes :

- au nord du site le rejet de pied de digue « rejet 1 » et le fossé sur l'ancien chenal du baryum ;
- au nord du plan d'eau communal : les arrivées du fossé D, recevant les eaux du fossé du stand de tir et celles du puits Gérémy, et du fossé C sous la parcelle Gérémy ;
- l'eau du puits Gérémy ;
- l'eau du puits Vigier.

Les 5 premières eaux présentent une composition chimique voisine à des concentrations variables ; il s'agit d'eaux de surface ou de sub-surface, elles sont caractérisées par la présence de sulfates, calcium, magnésium, manganèse, uranium et dans une moindre mesure de radium 226.

**Du fait de leur situation, les eaux du rejet de pied de digue et celles du fossé situé sur le tracé de l'ancien chenal du baryum présentent un marquage très probablement dû aux résidus stockés sur le site.**

**En revanche il n'est pas possible de discriminer l'origine naturelle ou anthropique du marquage des eaux alimentant les principaux drains aboutissant au plan d'eau : fossé C et D, puits Gérémy sur le versant sud du site. Ce marquage peut provenir aussi bien du lessivage naturel du gisement initial que des résidus de lixiviation et stériles stockés sur le site. En effet ces eaux traversent des terrains propices à l'accumulation de matière organique végétale et susceptibles de contenir des pyrites. La présence de pyrites [...] ainsi que la forte concentration en matière organique, et donc en acides humiques, des sols superficiels autour du site créent des conditions favorables à la mise en solution des principaux métaux, dont l'uranium, et leur piégeage sur la fraction colloïdale des eaux (colloïdes minéraux et organiques).**

L'eau du puits Vigier est moins chargée en sulfates que l'eau du puits Gérémy, en revanche elle est plus riche en radium 226 et en baryum. Ce puits est très proche de la partie haute du site qui est moins propice à l'accumulation de matière organique et qui recèle encore du minerai (on a vu [...] que l'activité massique en radium 226 des matières en suspension était particulièrement élevée : 50 Bq.g<sup>-1</sup> de MES calcinées). Ce faisceau d'observations semblerait plutôt indiquer que le marquage de cette eau est lié au minerai ou éventuellement à la présence proche de stériles. »

### **LES BIOINDICATEURS [33]**

Des analyses ont également été réalisées sur les bioindicateurs du milieu aquatique.

Les objectifs étaient les suivants :

- pour la réserve d'eau : acquérir des données non mesurées dans le cadre de la surveillance réglementaire et de l'auto surveillance d'Orano,
- pour le plan d'eau : compléter les données afin de préciser l'évolution du marquage radiologique des sédiments depuis les principales arrivées jusqu'aux zones de pleine eau ;

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 99/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

- pour le confluent Combret / Dordogne : profiter de l'opération de vidange de la Dordogne programmée en août-septembre 2006 pour étudier l'incidence de l'exploitation du site sur le marquage sédimentaire.

Les campagnes de l'IRSN à Saint Pierre en janvier, mai-juin et septembre 2006 ont permis de réaliser un total de 24 prélèvements de sédiments. Il a été par ailleurs réalisé en marge un prélèvement de biofilm sur le site.

Dans le cadre des analyses sur les sédiments, il a été nécessaire de considérer les activités liées au site ou non, ayant pu avoir une incidence sur l'accumulation de radioéléments. Ont ainsi été prises en compte :

- l'activité du barrage des Marèges, en amont hydraulique du site :
  - o 1935-62 : absence de chronique. Nombre de vidanges très faible voire nul ;
  - o 1962-83 : nombreuses vidanges (8) ;
  - o 1996-2006 : vidanges décennales(2) ;
- l'activité de l'exploitation minière et industrielle
  - o 1958-65 : exploitation minière
  - o 1965-75 : arrêt de l'activité du site
  - o 1975-86 : exploitation minière (->1981) et activité de l'usine de traitement de minerai
  - o 1986-2006 : travaux de réaménagement du site.

Les principales conclusions de cette étude figurent dans les paragraphes suivants [33] :

« **5.5.2.1 Dans le périmètre du site**

*Le fossé drainant l'intérieur du site a été analysé en un point de la zone marécageuse où il se forme, au sud-ouest du site, ainsi qu'en aval juste à la sortie du site du côté nord, ce fossé se situe sur le tracé de l'ancien chenal du baryum. Dans les deux cas les radionucléides constituant la famille de l'uranium 238 sont en équilibre, les activités en aval du site sont le double de celles constatées dans la partie amont. Activités du thorium 234 : 1 760 Bq.kg<sup>-1</sup> (en aval) à comparer à 860 Bq.kg<sup>-1</sup> (en amont) mesurées sur le produit sec.*

*Deux prélèvements ont été analysés au niveau de la réserve d'eau :*

- *un prélèvement de sédiment sous eau au niveau du coin pêcheur, qui en fait s'est révélé être de la terre de berge nettement constituée d'argile ;*
- *un prélèvement au fond de la réserve d'eau, dans sa partie centrale, très riche en matière organique d'origine végétale.*

*Les valeurs maximales ont été observées dans la partie centrale de la réserve avec une activité du thorium 234 de 6 400 Bq.kg<sup>-1</sup> de matière sèche. Les descendants mesurés : thorium 230, plomb 214, bismuth 214, plomb 210 sont présents à des teneurs voisines de l'équilibre radioactif. Les activités plus importantes observées sur le sédiment du fond de la réserve sont certainement dues à la capacité de piégeage des radioéléments par la matière organique et les particules d'argiles fines.*

*Le plomb 212 appartenant à la famille du thorium 232 est présent dans tous les échantillons à des teneurs comprises entre 50 et 100 Bq.kg<sup>-1</sup> sec.*

*La terre de berge du coin pêcheur est la seule à présenter un léger déséquilibre radioactif en faveur du thorium 234 et donc de l'uranium 238.*

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 100/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

### **5.5.2.2 Le côté nord-ouest du site**

Ce prélèvement de sédiment a été effectué dans le pré de la propriété Marion situé entre la route de Teldes et la route de Chaissac. Il a été réalisé dans le fossé tracé pour recueillir les eaux de ruissellement de la parcelle et orienté vers le nord, il n'y avait pas d'eau dans le fossé au moment du prélèvement.

Les résultats observés sont analogues à ceux observés sur le sédiment de la partie amont du fossé drainant l'intérieur du site minier réaménagé. Les radionucléides de la famille de l'uranium sont proches de l'équilibre et les activités avoisinent les 1 000 Bq.kg<sup>-1</sup> de matière sèche.

### **5.5.2.3 Les sédiments du plan d'eau**

Le côté nord du plan d'eau a donné lieu à des séries de trois prélèvements suivant trois profils en vue de déterminer les zones les plus marquées à partir des arrivées d'eau :

- débouché du drain D au droit de la buvette recueillant les eaux du puits Gérémy, du stand de tir et d'une arrivée côté ouest hors influence du site minier ;
- débouché du fossé C qui recueille les eaux arrivant du côté du nouveau lotissement en longeant la parcelle Gérémy. Cette eau stagne en bas de la parcelle Gérémy avant d'aboutir au plan d'eau ;
- débouché de Font de Pérou. Cette eau est issue du fossé précédent, mais elle se situe dans la partie vive du fossé et se déverse dans le plan d'eau avant la zone de stagnation des eaux.

Sur chaque profil, les prélèvements ont été faits à proximité du bord et jusqu'à une distance d'environ 70-80 mètres de la berge.

En septembre 2006, le plan d'eau était sous eau depuis plus de 9 mois, lors des opérations de prélèvement il a été recueilli de la matière organique en abondance, due à la décomposition des joncs et roseaux qui s'étaient développés lors du maintien en basses eaux du plan d'eau après la vidange d'octobre 2004.

Malgré les incertitudes sur la position des points : position du bateau non fixe (dérive pendant le prélèvement), et sur la représentativité des échantillons : sédiments peu abondants, forte présence de matière organique, il ressort des analyses de spectrométrie gamma sur les 9 échantillons recueillis au fond du plan d'eau les observations suivantes :

- sur tous les échantillons, l'activité du thorium 234, et donc de l'uranium 238, est prépondérante par rapport à l'ensemble des descendants de la famille de l'uranium 238, en moyenne d'un facteur 6 ;
- les activités les plus importantes ont été observées au droit du fossé C sous la parcelle Gérémy (234Th : 7200 Bq.kg<sup>-1</sup> de matière sèche à 15-20 mètres du bord, 4330 Bq.kg<sup>-1</sup> de matière sèche à 70-80m vers le centre du plan d'eau) ;
- à 15-20 mètres de la sortie Font de Pérou on observe pour le thorium 234 encore 3280 Bq.kg<sup>-1</sup> de matière sèche ;
- de même à 20 mètres au droit de la sortie buvette on mesure pour le thorium 234 : 2900 Bq.kg<sup>-1</sup> de matière sèche.

Le même déséquilibre en faveur du thorium 234 avait été observé par l'IRSN en janvier 2006 sur des argiles prélevées à 1 mètre du bord au niveau du débouché de Font de Pérou. Ces échantillons ont été analysés suivant 2 fractions granulométriques différentes : les fractions 0-200 µm et 200 µm -2 mm. La radioactivité est plus importante dans la classe de particules

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 101/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

0-200 µm d'environ un facteur 2 pour l'ensemble des radionucléides mesurés, mis à part pour le potassium 40.

Comme on l'a vu [précédemment] dans l'examen des résultats obtenus sur les eaux, le pH acide des eaux circulant dans les drains favorise la mise en solution de l'uranium et autres métaux dont le fer dans les eaux de ruissellement. Au débouché dans le plan d'eau les conditions sont réunies pour la complexation des ions uranyle : l'élévation du pH à une valeur de 6-7 favorise la formation d'hydroxydes insolubles sur lesquels se piège l'uranium (sorption de UO<sub>2</sub> sur les colloïdes), par ailleurs la présence de matière organique favorise la complexation des ions uranyle avec les substances humiques [...].

Le débouché du fossé C apparaît le plus marqué avec un point maximum à 15-20 mètres du bord. Mais on n'observe pas de véritable variabilité spatiale à partir des 3 arrivées d'eau, ni lorsqu'on s'éloigne de la berge nord. Ces observations sont peu différentes des résultats obtenus par la CRIIRAD ou l'IRSN précédemment sur ce secteur.

Il faut cependant signaler le fait que les sédiments analysés en septembre 2006 sont très chargés en matière organique qui se comporte comme un piège pour l'uranium.

Il faut rappeler également que les sédiments de la berge ouest, utilisée jusque-là pour la baignade, présentent une radioactivité plus faible que ceux au droit des arrivées nord et que le déséquilibre en faveur de l'uranium est peu marqué dans cette zone de baignade (analyses IRSN 2000 et 2004).

#### **5.5.2.4 Les sédiments du Combret**

##### **Le Combret en amont du rejet**

Le prélèvement a été effectué en un point proche de l'ancienne station de pompage, environ 100 mètres avant le rejet de l'exutoire nord du site dans le Combret. Il s'agissait de dépôts superficiels argileux.

Les résultats montrent une radioactivité naturelle très faible :

- les activités sont à l'équilibre pour la famille de l'uranium 238 et de l'ordre de 60 Bq.kg<sup>-1</sup> sec,
- l'activité du plomb 212 de la famille du thorium 232 est équivalente,
- la présence de potassium 40.

##### **L'exutoire principal du nord du site**

Le prélèvement a été effectué juste avant le confluent dans le Combret, là encore dans les dépôts superficiels.

La radioactivité de l'échantillon est encore très faible, mais les activités mesurées pour les représentants de la famille de l'uranium 238 sont légèrement plus élevées, les activités sont à l'équilibre, l'ordre de grandeur se situe autour de 120 Bq.kg<sup>-1</sup> sec.

##### **Le delta du Combret**

Les prélèvements ont été réalisés au cours de la vidange de la Dordogne sur le site du Mentier au niveau du delta formé par le Combret avant son confluent avec la Dordogne, [...].

Les sédiments étaient totalement découverts sur une centaine de mètres jusqu'au niveau de l'ancien lit de la Dordogne.

Les points de prélèvement ont été choisis après une étude géologique de terrain entreprise par l'IRSN [...].

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 102/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

*Les prélèvements ont fait l'objet de 3 carottages de plus d'un mètre de profondeur. L'analyse a porté sur les strates argileuses.*

*L'analyse granulométrique des argiles a montré que les échantillons étaient constitués à 70-80% de particules de diamètre inférieur à 200 microns.*

*La radioactivité de l'ensemble des sédiments analysés sur le delta du Combret est plus élevée que celle qui a été mesurée au point amont et dans l'exutoire côté nord, excepté pour le potassium 40.*

- *pour le plomb 212 (famille du thorium 232), la concentration est environ 40% supérieure à celle du sédiment prélevé à l'amont ;*
- *pour la famille de l'uranium 238, les concentrations sont supérieures d'un facteur 5 environ par rapport au sédiment de l'amont du Combret.*

*Dans ces sédiments de l'exutoire du Combret, il est à noter que l'activité du thorium 234 est environ 20 à 30% supérieure à l'activité du radium 226 pour tous les échantillons ; cette situation est explicable par la complexation de l'uranium avec la matière organique d'origine végétale, il a en effet été observé des couches de feuilles d'arbres piégées entre les strates de sédiments [...]. Ce phénomène de piégeage de l'uranium est beaucoup plus limité que du côté du plan d'eau, la teneur en matière organique étant de l'ordre de 15 à 18% pour les sédiments, alors que dans ceux du plan d'eau la teneur en matières organiques dépasse les 30%.*

*L'estimation de la période de constitution des dépôts sédimentaires a été évaluée par le géologue de l'IRSN et confortée par la mesure des dépôts de césium 137. [...]*

*[...] il n'y a pas de différence marquée pour les niveaux de radioactivité entre les différentes strates. La strate la plus profonde est au moins aussi marquée que les strates formées lors de l'exploitation du site de Saint Pierre. Les dépôts actuels semblent un peu moins radioactifs.*

*En résumé [...], les points chauds existant ne sont pas forcément dus à l'exploitation minière, ils peuvent parfaitement correspondre à des zones de formation du minerai. »*

## **9.2.2 Tiers-expertise de l'impact sur le vecteur Air**

Concernant le vecteur Air, plusieurs aspects ont été étudiés par l'IRSN :

- Les niveaux radiométriques du site et de ses abords,
- Les concentrations dans l'air en radon et en poussières radioactives à l'extérieur, sur le site et dans son environnement,
- Le radon dans les maisons situées à proximité du site.

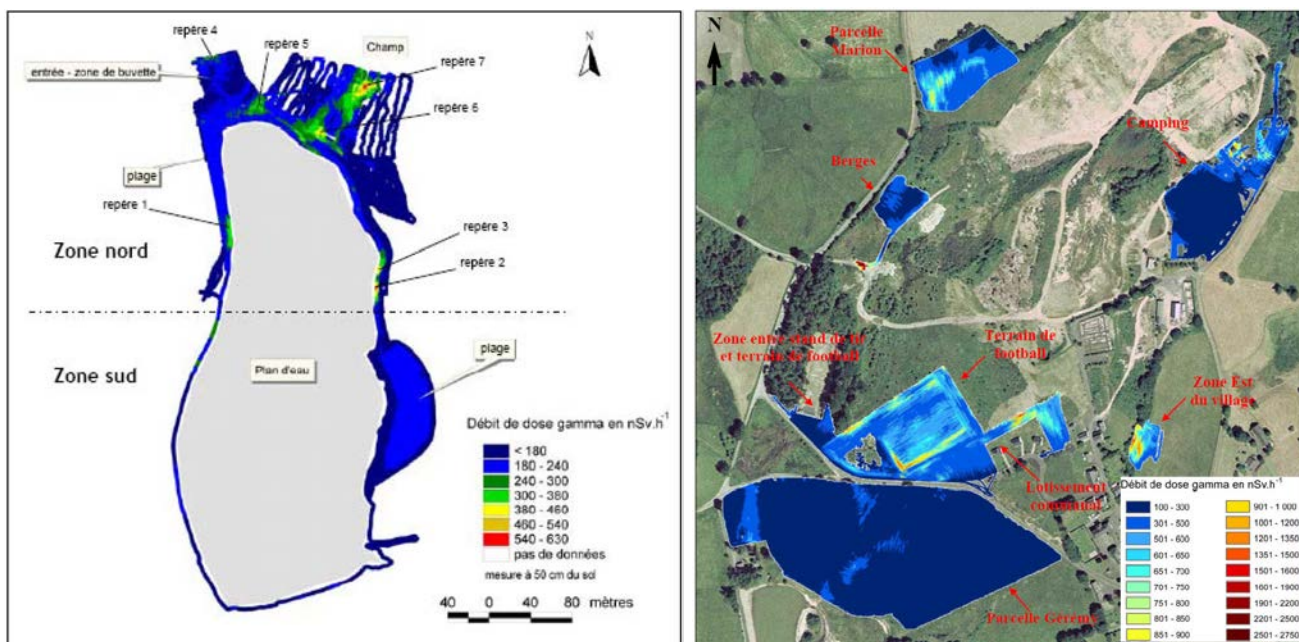
Ces conclusions de l'expertise réalisée par l'IRSN et relative à ces trois aspects seront développées dans les paragraphes suivants.

### **LES NIVEAUX RADIAMÉTRIQUES DU SITE ET DE SES ABORDS**

Une cartographie du site et de ses alentours a été réalisée en 2006 par l'IRSN, à l'aide du dispositif SOCRATE®, autour du plan d'eau, et dans les parcelles situées en bordure du site.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 103/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

Cette cartographie figure ci-après [33] :



La conclusion de l'IRSN suite à cette campagne de mesures est la suivante [33] :

« En conclusion la majeure partie des mesures de débit de dose gamma effectuées à cinquante centimètres du sol est inférieure à  $0,50 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ . Quelques zones d'intérêt ont cependant pu être mises en évidence. Des zones très localisées avec un débit de dose maximal de l'ordre de  $1 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$  ont été trouvées au nord de la parcelle du camping et au niveau de la parcelle Marion.

Des zones légèrement plus étendues et avec un débit de dose maximal compris entre  $1,4$  et  $1,6 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$  ont été identifiées dans la parcelle du terrain de football, la zone non bâtie du lotissement communal et la zone à l'est du village (quartier La Croix). Pour finir, les valeurs les plus élevées ont été mesurées sur la partie sud de l'ancien chemin CD n°12 à proximité des terres entreposées et issues du plan d'eau. Il s'agit d'une zone de quelques dizaines de mètres carrés et ayant pour débit de dose maximal  $2,74 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ . »

Un balayage ponctuel à l'aide d'une sonde bas-flux a également été réalisé en 2006 sur l'emprise du stockage de Saint Pierre.

Ce balayage a été réalisé en complément du plan compteur réalisé en 2002. Ce dernier avait permis de conclure que les valeurs mesurées étaient proches du niveau naturel environnant et, du fait de l'exploitation du gisement, sensiblement plus faibles que celles mesurées avant le début des travaux, en 1958 (cf. paragraphe 8.2.4).

Il ressort des mesures complémentaires de l'IRSN les constats suivants :

« - le balayage de la parcelle 71 (parement N digue) et du haut de la parcelle 46 (bosquet sur épaulement NO digue) ont fait apparaître en partie haute du bosquet de la parcelle 46 une tache estimée à environ  $50 \text{ m}^2$  présentant un débit de dose de  $1,0$  à  $1,3 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$  à  $50 \text{ cm}$  (environ  $1,5 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$  au contact), de même l'épaulement NO de la digue présente quelques valeurs à  $0,70$ - $0,80 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$  à  $50 \text{ cm}$  ;

- le champ de la propriété Marion situé au lieu-dit les Frondals au point de bifurcation entre la route de Teldes et celle de Chaissac affiche juste après son « entrée » une surface de quelques  $\text{m}^2$  présentant un débit de dose de  $0,70$  à  $0,80 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$  à  $50 \text{ cm}$  (environ  $0,90 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$  au contact). »

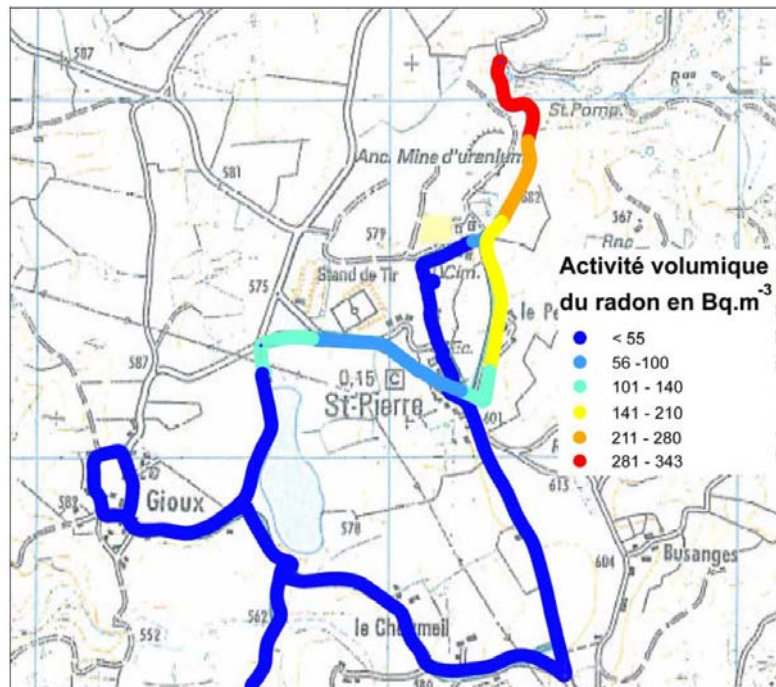
Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 104/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0



## LES CONCENTRATIONS DANS L'AIR EN RADON ET EN POUSSIÈRES RADIOACTIVES À L'EXTÉRIEUR, SUR LE SITE ET DANS SON ENVIRONNEMENT

Afin de mesurer les activités volumiques du radon dans les secteurs du pan d'eau et de Gioux, un camion laboratoire équipé de préleveurs en continu a été utilisé. Les mesures ont été réalisées suivant un parcours prédéterminé par l'IRSN.

La carte obtenue figure ci-après.



L'IRSN précise que cette cartographie, obtenue à partir de mesures ponctuelles, constitue une photographie à un instant donné des activités volumiques du radon, et ne correspond donc pas à un aperçu des valeurs annuelles moyennes.

Néanmoins, ces mesures ont permis de conclure que « Les valeurs d'activité volumique du radon, mesurées ponctuellement le 31 juillet 2006 [...] le long d'un itinéraire prédéfini autour du plan d'eau et du village de Gioux, ne dépassent pas 55 Bq.m<sup>-3</sup>. »

Des mesures de concentration de l'air extérieure en poussières radioactives ont été réalisées dans l'environnement proche du site, ainsi qu'à titre de comparaison, dans le milieu naturel, c'est-à-dire sur un site hors influence minière et dans un contexte géologique similaire.

Deux aspirateurs d'air ont ainsi été placés à proximité immédiate du site, dans le camping à l'Est du site, et chez un particulier hors influence minière.

Les conclusions apportées par les résultats obtenus lors de cette campagne de mesures sont les suivantes :

« - le taux d'empoussièrement est très faible ;

- la radioactivité alpha globale est du même ordre de grandeur sur le site et en un point représentatif du milieu naturel (hameau de Teldes) ; [...] »

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 105/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

Pour finir, l'IRSN a réalisé une série de mesures de l'énergie alpha potentielle des descendants solides du radon et de l'irradiation gamma ambiante dans le milieu naturel, avec comme objectif « *d'obtenir des valeurs représentatives de la radioactivité du milieu naturel et éventuellement de ses variations, et par ailleurs d'identifier un emplacement en vue de l'implantation d'une station de référence* ».

Ainsi, Deux dosimètres de site ont été placés chez des particuliers à quelques kilomètres du site, hors influence minière et dans un contexte géologique similaire.

Suite à un incident technique, les mesures relevées par l'un des dosimètres n'ont pu être prise en compte.

L'IRSN conclut :

- Concernant les mesures de l'énergie alpha potentielle volumique des descendants à vie courte du radon 222 (EAP<sub>V222</sub>) et du radon 220 (EAP<sub>V220</sub>) : « *Ces niveaux ne sont pas très différents de ceux obtenus au niveau du camping par [Orano] au cours des 10 dernières années de surveillance [...]* »
- Pour les mesures d'irradiation gamma ambiante : « *Des mesures de débit de dose gamma ambiant ont été effectuées avec une sonde de détection bas niveau à l'extérieur au voisinage des supports des dosimètres. [...] Ces mesures sont cohérentes avec les niveaux considérés comme représentatifs du bruit de fond naturel autour de Saint Pierre et observés par plusieurs laboratoires lors d'études antérieures.* »

### 9.2.3 Tiers-expertise de l'impact sur le vecteur Chaîne Alimentaire

Des analyses ont été réalisées sur des produits alimentaires, entrant dans le calcul de la dose efficace annuelle ajoutée.

Des prélèvements ont ainsi été réalisés dans un jardin proche du site et sous influence potentiel de ce dernier, et dans un jardin éloigné, correspondant à une référence « milieu naturel ».

Les prélèvements suivants ont ainsi été réalisés :

Milieu	Catégories	Origine	Produit	Environnement proche	Milieu naturel
Terrestre	Légumes racinaires	Produits végétaux	Betteraves rouges	Le Peil	Chaissac
	Légumes feuilles		Salades	Le Peil & centre-bourg	Chaissac & Teldes
	Fruits		Poires	Bourg de St Pierre	Chaissac
	Champignons		Russules	Proche réserve d'eau du site	
	Lait	Produits animaux	-	Les Baraques / Arcoude	Teldes
Aquatique	Poissons		Gardons Brochets Autres espèces	Réserve d'eau du site	Barrage des Marèges (Dordogne)

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 106/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

Les conclusions de l'IRSN suite à ces analyses sont les suivantes :

- Pour les produits de jardin :

*« On observe une différence de marquage systématique dans les zones situées à proximité du site par rapport aux zones hors influence pour ce qui concerne le  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$  et  $^{210}\text{Po}$ . Les zones du haut du village et proches du site sont aussi localisées au droit des minéralisations non exploitées restées en places.*

[...]

*En ce qui concerne les poires analysées qui présentant des activités les plus élevées pour le radium 226, le plomb 214, et bismuth 214 et le polonium 210, ces observations sont à tempérer par le fait que le sol du haut du bourg est très certainement naturellement plus radioactif que celui de la ferme du Peil.*

*Dans tous les cas les concentrations en radium et ses descendants dans la plante sont supérieures à celles de l'uranium et du thorium, ce qui est cohérent avec la littérature sur le transfert de ces radionucléides du sol vers les plantes. »*

- Pour les produits animaux :

*« Pas d'observations particulières sur les laits mesurés, traces de radionucléides naturels extrêmement faibles pour les vaches paissant à proximités du site »*

*« Les activités des poissons de la réserve d'eau du site sont supérieures aux activités mesurées dans les poissons de la Dordogne.*

*Un mélange de poissons du plan d'eau (gardons, perches, rotengles) avait été analysé par l'IRSN en novembre 2004, à la suite de sa vidange. Les activités mesurées à cette occasion sont inférieures d'un facteur 10 à 20 suivant le radionucléide à celles observées dans les poissons de la réserve d'eau. »*

### 9.3 SYNTHÈSE DES CONCLUSIONS DES TIERCE-EXPERTISES

Les résultats des tierce-expertises de la CRIIRAD et de l'IRSN ont été présentés en CLI en septembre 2007. Elles peuvent être résumées, par compartiments, comme suit :

#### CARACTÉRISATION RADIAMÉTRIQUE DU SITE ET DE SES ABORDS

IRSN La majeure partie des mesures de débit de dose gamma effectuées à 50 cm du sol est inférieure à  $0,50 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ .

Quelques zones très localisées ont un débit de dose maximal de l'ordre de 1 à  $2 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$  (maxi enregistré à  $2,74 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ).

CRIIRAD Les relevés radiamétriques révèlent la présence de matériaux d'origine minière (blocs, sables) en dehors des limites du site (lotissement communal ; parcelle Gérémy ; anciens bureaux de l'usine) avec des maximum relevés sur échantillons au sol de 1,5 à  $4,4 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ .

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 107/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## **MARQUAGE DES EAUX SOUTERRAINES ET DES EAUX DE SURFACE**

IRSN Les éléments exploités au cours de la mission de reconnaissance confirment globalement le schéma hydraulique défini par ANTEA en 2000, avec un écoulement des eaux souterraines et superficielles suivant les deux directions nord-est (majoritaire) et sud-est dans les formations sédimentaires en place et les remblais de l'ancien site minier.

Des eaux de surface et souterraines peu marquées, proches du bruit de fond naturel à l'exception de quelques points, dont il n'est pas toujours possible de discriminer l'origine naturelle ou anthropique du marquage (rejet nord de pied de digue, fossé sur l'ancien chenal de traitement des eaux, alimentation nord du plan d'eau communal, puits Gérémy (drain) et puits Vigier (puits communal)).

CRIIRAD Les échantillonnages et contrôles radiologiques n'ont porté principalement que sur les sédiments et quelques végétaux aquatiques.

## **MARQUAGE DES SÉDIMENTS**

IRSN Les prélèvements ont concerné des sédiments sur site, du plan d'eau communal, du Combret et de sa confluence avec la Dordogne. Le constat général sur les niveaux d'activité dans les sédiments est que ceux-ci sont caractéristiques d'une région uranifère avec une fixation préférentielle de l'uranium sur la matière organique et les argiles particulièrement observable sur les sédiments de fond de plan d'eau (réserve d'eau sur site et plan d'eau communal à l'arrivée des alimentations nord).

CRIIRAD Dans les trois bassins versants susceptibles de recueillir les eaux du site minier, les sédiments et terres prélevés présentent des activités notablement supérieures à celles des sédiments de référence (plan d'eau communal, secteur ouest du site, bassin versant du Combret). La persistance des apports est mise en évidence par l'analyse de mousses aquatiques.

## **QUALITÉ DE L'AIR**

IRSN Les résultats d'énergie alpha-potentielle des descendants à vie courte du radon dans l'environnement du site sont du même ordre que ceux enregistrés dans le milieu naturel. Les résultats observés dans quelques maisons à proximité immédiate du site justifient des actions visant à réduire la concentration en radon.

CRIIRAD Les activités en radon dans l'air extérieur sur le site et son environnement sont supérieures au milieu de référence et conduisent CRIIRAD à suggérer une origine anthropique. Le radon dans l'air intérieur confirme le constat de l'IRSN. Il est précisé qu'il n'est pas possible, en l'absence d'expertises complémentaires, de déterminer de façon indiscutable l'origine de ces fortes concentrations (proximité d'un gisement d'uranium en place ou présence de matériaux d'origine minière).

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 108/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## **PRODUITS ALIMENTAIRES**

IRSN On observe une différence du niveau de radioactivité dans les zones situées à proximité du site par rapport aux zones hors influence, certainement attribuable à une concentration plus importante de radionucléides dans le sol associé à des zones localement minéralisées.

Les activités dans les poissons de la réserve d'eau sur le site sont plus élevées que celles mesurées dans le plan d'eau communal ou dans la Dordogne.

Il n'y a pas d'impact mesurable sur le lait des vaches paissant à proximité du site.

CRIIRAD Pas de prélèvement.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 109/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

# 10 ÉVALUATION DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT – AUTRES SITES DU CANTAL

## 10.1 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, 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).
- Les eaux météoriques peuvent également se charger par lixiviation des métaux contenus dans les stériles miniers lorsque ces eaux percolent à travers ces derniers.

Pour les sites du Cantal, les possibilités de marquage du vecteur eau sont résumées dans le tableau suivant :

Sites	Possibilités de marquage du vecteur eau
Loubaresse	– Écoulement des eaux souterraines des travaux souterrains dans les terrains en place
Valiettes	– Écoulement des eaux souterraines des travaux souterrains dans les terrains en place – Écoulement des eaux des travers-bancs vers la rivière en aval
Salvanhac	– Écoulement des eaux souterraines des travaux souterrains dans les terrains en place

### *Voies de contamination des sédiments*

Lorsque certains exutoires présentent des débits moyens relativement élevés (plusieurs dizaines de m<sup>3</sup>/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 les terrains.

L'intermittence ou l'absence d'écoulement sur les sites de Loubaresse, Valiettes et Salvanhac conduisent à un très faible impact radiologique dans les terrains en place (cf. Annexe 5 – cartes géologiques et structurelles).

## 10.2 ANALYSE DE L'IMPACT DES AUTRES SITES DU CANTAL SUR LE MILIEU AQUATIQUE

Compte tenu du manque d'informations sur les sites de Loubaresse, Valiettes et Salvanhac, une campagne de prélèvements a été réalisée en 2013, sur les cours d'eau situés en aval des sites.

L'emplacement des points de prélèvements est présenté sur les cartes IGN figurant en annexe 3.

Les synoptiques de la Figure 5 présentent les rejets successifs, potentiels ou avérés, dans les différents cours d'eau récepteurs du fait des anciens sites réaménagés.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 110/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

### **10.2.1 Bassin versant de la Truyère – site de Loubaresse**

Le site de Loubaresse a fait l'objet de travaux de recherches en 1960 par creusement d'une galerie.

L'entrée du travers-banc débouche au jour présente une ouverture de 1,20 m de hauteur sur 2,20 m de largeur.

Un ruisseau s'écoule en bordure Ouest du site et se jette dans la rivière la Truyère. De l'eau stagnante a été constatée en entrée de galerie, sans écoulement repéré vers le milieu naturel.

Un prélèvement d'eau (point de prélèvement LOU RUB) a été réalisé dans ce ruisseau en aval hydraulique du site.

Les teneurs en uranium soluble (< 1 µg/l, soit < 0,01 Bq/l) et en radium 226 soluble (< 0,01 Bq/l) sont de l'ordre de grandeur de celles mesurées dans le milieu naturel.

### **10.2.2 Bassin versant du Bès – site de Valiettes**

#### ***Fiche 502, Annexes 2.3, 3.3, 4.3 et 5.4***

Le site de Valiettes a fait l'objet, en 1957, de travaux de recherches par petits chantiers par creusement d'un puits et de deux galeries à flanc de coteau, accompagnés de galeries sur 3 niveaux (N-7, N-16 et N-25).

L'ancien puits présente un fontis de 3,50 m de diamètre pour 2,50 m de profondeur. Les entrées des deux travers-bancs présentent des ouvertures conséquentes.

Un ruisseau s'écoule en contrebas du puits et se jette dans la rivière du Bès. Un prélèvement d'eau (point de prélèvement VAL RUB) a été réalisé dans ce ruisseau en aval hydraulique de l'ancien puits.

Il est à noter la présence d'eau stagnante à l'intérieur du travers-banc n°2 avec un suintement intermittent dans la rivière du Bès située 15 m en contre bas.

Les teneurs sont de 1,8 µg/l, soit 0,02 Bq/l, en uranium soluble, et de 0,02 Bq/l en radium 226 soluble. Elles sont du même ordre de grandeur que le milieu naturel.

### **10.2.3 Bassin versant de la Cère – site de Salvanhac**

#### ***Fiche 503, Annexes 2.4, 3.4, 4.4 et 5.5***

Le site de Salvanhac a fait l'objet de travaux de recherches par petit chantier par creusement d'un puits.

Aucun écoulement d'eau n'a été repéré sur le site. Un ruisseau, situé au SE du site, se jette dans le ruisseau de Roquefort, affluent de la Cère.

Un prélèvement d'eau (point de prélèvement SAL RUB) a été réalisé dans ce ruisseau en aval hydraulique du site.

Les teneurs en uranium soluble (< 1 µg/l, soit < 0,01 Bq/l) et en radium 226 soluble (0,02 Bq/l) sont de l'ordre de grandeur de celles mesurées dans le milieu naturel.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 111/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

# 11 ÉVALUATION DE LA DOSE EFFICACE AJOUTÉE

## 11.1 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.

## 11.2 RISQUES RADIOLOGIQUES

Les rayonnements ionisants, qu'ils soient de type  $\alpha$ ,  $\beta$  ou  $\gamma$ , 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).

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 112/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0



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.

### 11.3 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  $\Gamma$  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 1cm<sup>2</sup> 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.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 113/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

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

### 11.4.1 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.

### 11.4.2 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).

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 114/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

### 11.4.3 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
Inhalation	EAP Rn <sub>222</sub> inhalé	1,1 mSv/nJm <sup>-3</sup> .h	1,1 mSv/nJm <sup>-3</sup> .h
	EAP Rn <sub>220</sub> inhalé	0,39 mSv/nJm <sup>-3</sup> .h	0,39 mSv/nJm <sup>-3</sup> .h
	Poussières inhalées	sites miniers	1,4.10 <sup>-2</sup> mSv/Bq
sites stockage résidus		1,9.10 <sup>-4</sup> mSv/Bq	3,8.10 <sup>-2</sup> mSv/Bq
Ingestion	U <sub>238</sub> ingéré*	9,79.10 <sup>-5</sup> mSv/Bq	1,83.10 <sup>-4</sup> mSv/Bq
	Ra <sub>226</sub> ingéré	2,8.10 <sup>-4</sup> mSv/Bq	6,2.10 <sup>-4</sup> mSv/Bq
	Pb <sub>210</sub> ingéré	6,9.10 <sup>-4</sup> mSv/Bq	2,2.10 <sup>-3</sup> mSv/Bq
	Po <sub>210</sub> ingéré	1,2.10 <sup>-3</sup> mSv/Bq	4,4.10 <sup>-3</sup> mSv/Bq
	Th <sub>230</sub> ingéré	2,1.10 <sup>-4</sup> mSv/Bq	3,1.10 <sup>-4</sup> 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'U<sub>238</sub>.

Pour l'exposition externe ( $E_1$ )

$E_1 =$  Coefficient de dose (en mSv/mGy)  $\times$  temps de présence (en h)  $\times$  débit de dose ajouté au milieu naturel (en nGy/h)  $\times 10^{-6}$

Pour l'inhalation du radon 222 ( $E_2$ ) et 220 ( $E_3$ )

$E_{2(3)} =$  Coefficient de dose (en mSv/nJ.m<sup>3</sup>.h)  $\times$  temps de présence (en h)  $\times$  EAP ajoutée au milieu naturel (en nJ/m<sup>3</sup>)  $\times 10^{-6}$

Pour l'ingestion de la chaîne alimentaire ( $E_{ij}$ )

$E_{ij} =$  Coefficient de dose (en mSv/Bq du radionucléide considéré (j))  $\times$  quantité d'aliment ou de liquide ingéré (en kg ou l)  $\times$  activité ajoutée au milieu naturel du radionucléide considéré (en Bq/kg de matière fraîche)

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 115/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

La dose efficace ajoutée totale s'obtient en faisant la somme des doses efficaces obtenues pour chaque secteur d'exposition soit :

$$E_{tot} = E_1 + E_2 + E_3 + \sum E_{ij}$$

## 11.5 RÉSULTATS DU CALCUL DE LA DOSE EFFICACE AJOUTÉE SUR LE SITE DE SAINT-PIERRE-DU-CANTAL

Les scénarii d'expositions ont évolués ces dix dernières années afin de s'adapter aux modifications des méthodes d'évaluation proposées par l'IRSN (anciennement IPSN).

Afin de permettre une comparaison entre les résultats, ces derniers seront présentés par périodes.

### DE 2002 À 2003

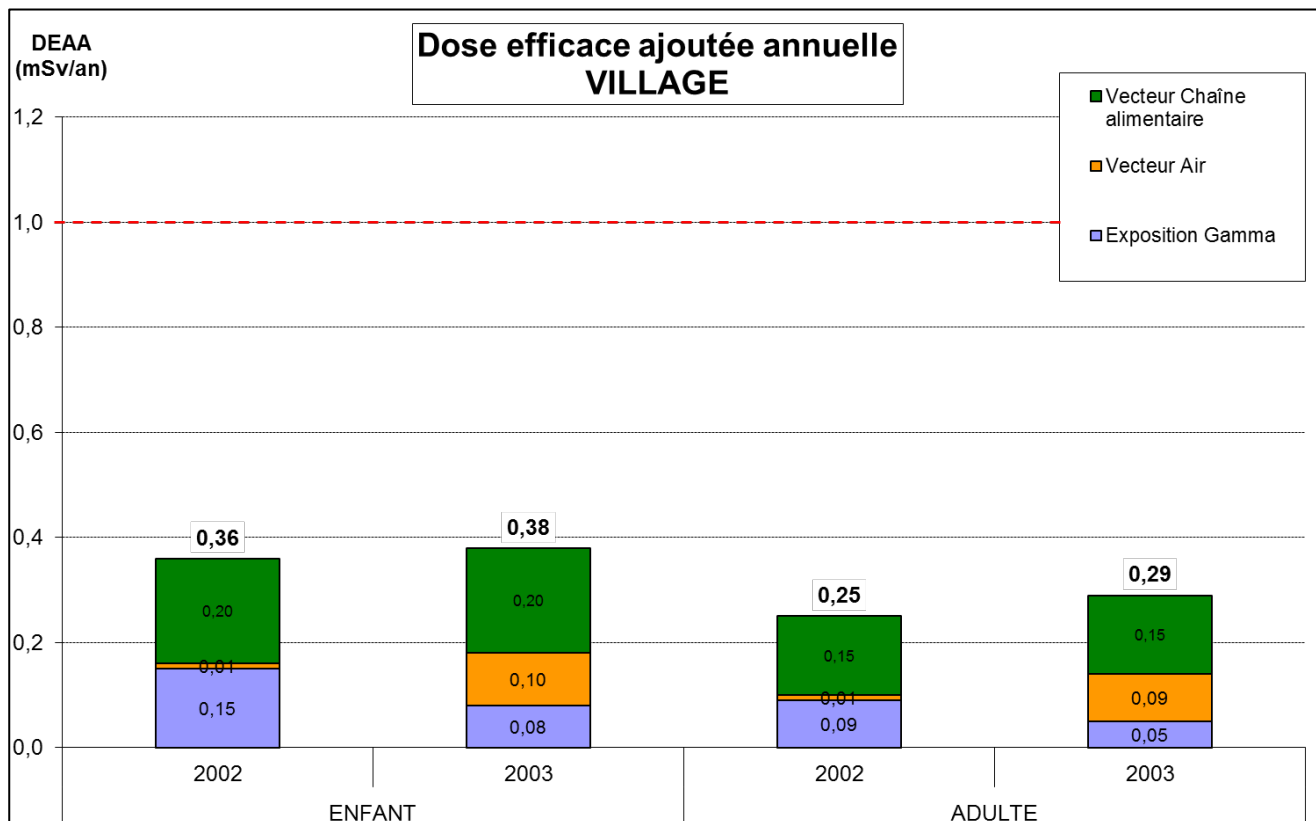
L'estimation des doses efficaces annuelles ajoutées pour les années 2002 et 2003 suivent la méthode d'évaluation décrite dans le rapport IPSN/DPRE/SERGD 01-53 de novembre 2001.

Les scénarii suivants sont considérés :

Situation	Scénario	Temps passé (en heure)			Consommation d'aliments cultivés près du site
		À l'intérieur des habitations	À l'extérieur des habitations	Près du site	
VILLAGE	Enfant de 2 à 7 ans	5 800	1 300	0	Oui
	Adulte	6 300	800	0	Oui

Le graphique suivant présente les doses par voies d'exposition et la dose efficace annuelle ajoutée pour chaque scénario.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 116/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0



En 2002 et 2003, la dose efficace ajoutée ne dépasse pas la limite réglementaire de 1 mSv/an. Les valeurs maximales sont obtenues pour le scénario « Enfant ».

La contribution la plus importante est liée au vecteur chaîne alimentaire. Du fait des limites de détection, cette contribution est donc surestimée.

### **DE 2004 À 2006**

L'estimation des doses efficaces annuelles ajoutées pour les années 2004 à 2006 suivent la méthode d'évaluation décrite dans le rapport IPSN/DPRE/SERGD 01-53 de novembre 2001 et la nouvelle méthode élaborée en 2004 (utilisation de la base de donnée CIBLEX).

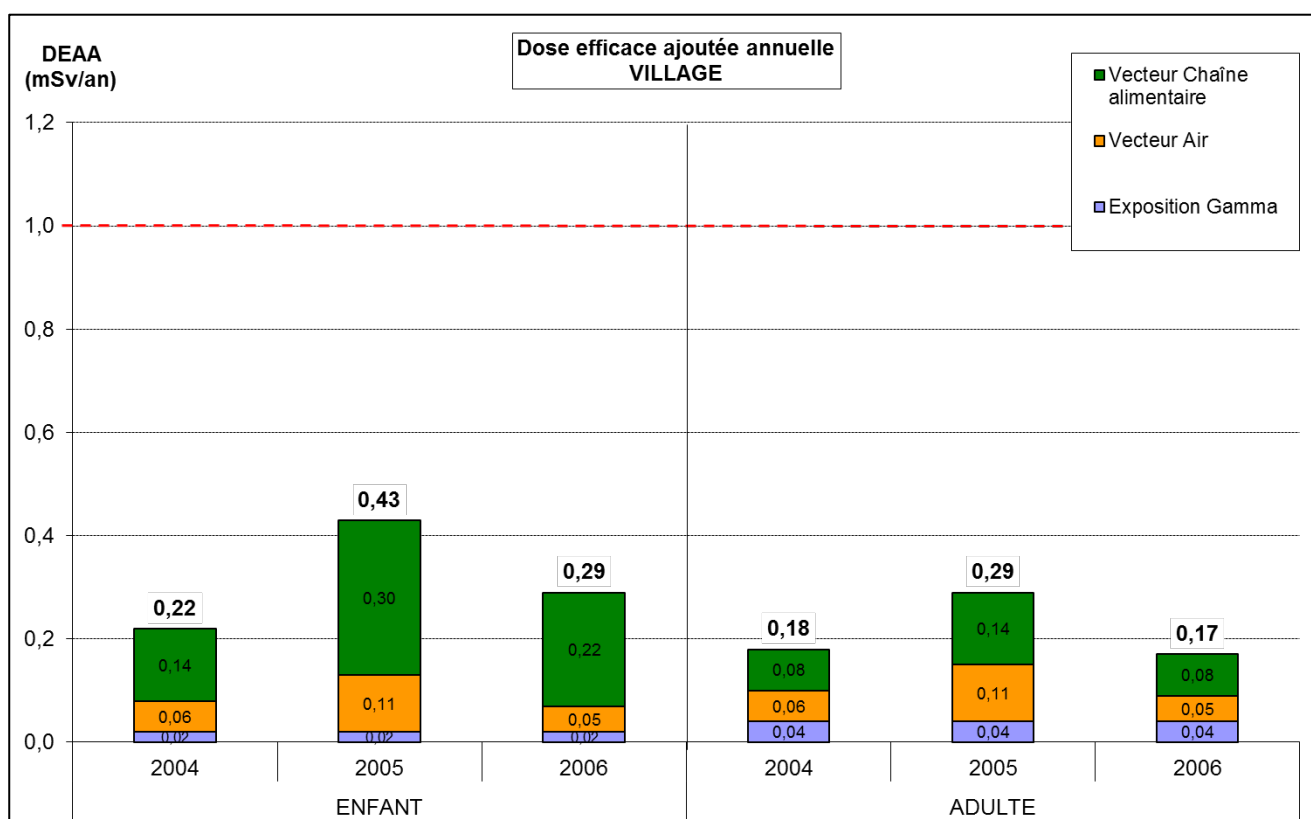
La mise en place d'un dosimètre au niveau du lotissement communal a permis l'évaluation de la dose efficace ajoutée au niveau de ces habitations.

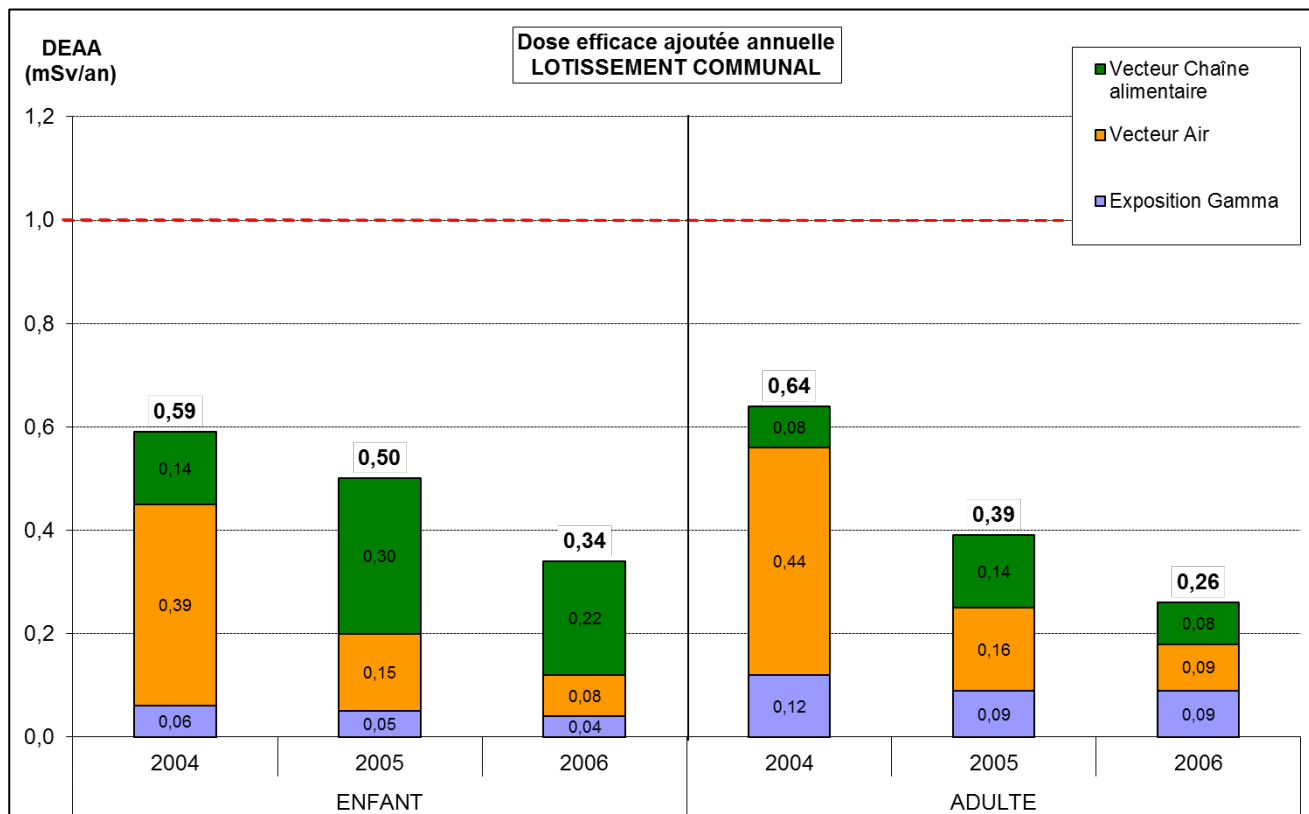
Les scénarii suivants sont alors considérés :

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 117/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

Situation	Scénario	Temps passé (en heure)			Consommation d'aliments cultivés près du site
		À l'intérieur des habitations	À l'extérieur des habitations	Près du site	
VILLAGE	Enfant de 2 à 7 ans	6 723	400	0	Oui
	Adulte	7 250	800	0	Oui
LOTISSEMENT COMMUNAL	Enfant de 2 à 7 ans	6 723	400	0	Oui
	Adulte	7 250	800	0	Oui

Les graphiques suivants présentent les doses par voies d'exposition et la dose efficace annuelle ajoutée pour chaque scénario.





Entre 2004 et 2006, la DEAA est plus élevée au niveau du lotissement communal.

Cependant, la dose efficace ajoutée reste inférieure la limite réglementaire de 1 mSv/an, pour tous les scénarii, au niveau du village comme au niveau du lotissement communal.

### **DE 2007 À 2016**

En 2007, les scénarii précédents ont été modifiés. La dose totale indicative (DTI) pour l'eau de consommation est prise en compte, et les temps d'exposition sont également modifiés.

Les scénarii suivants sont considérés :

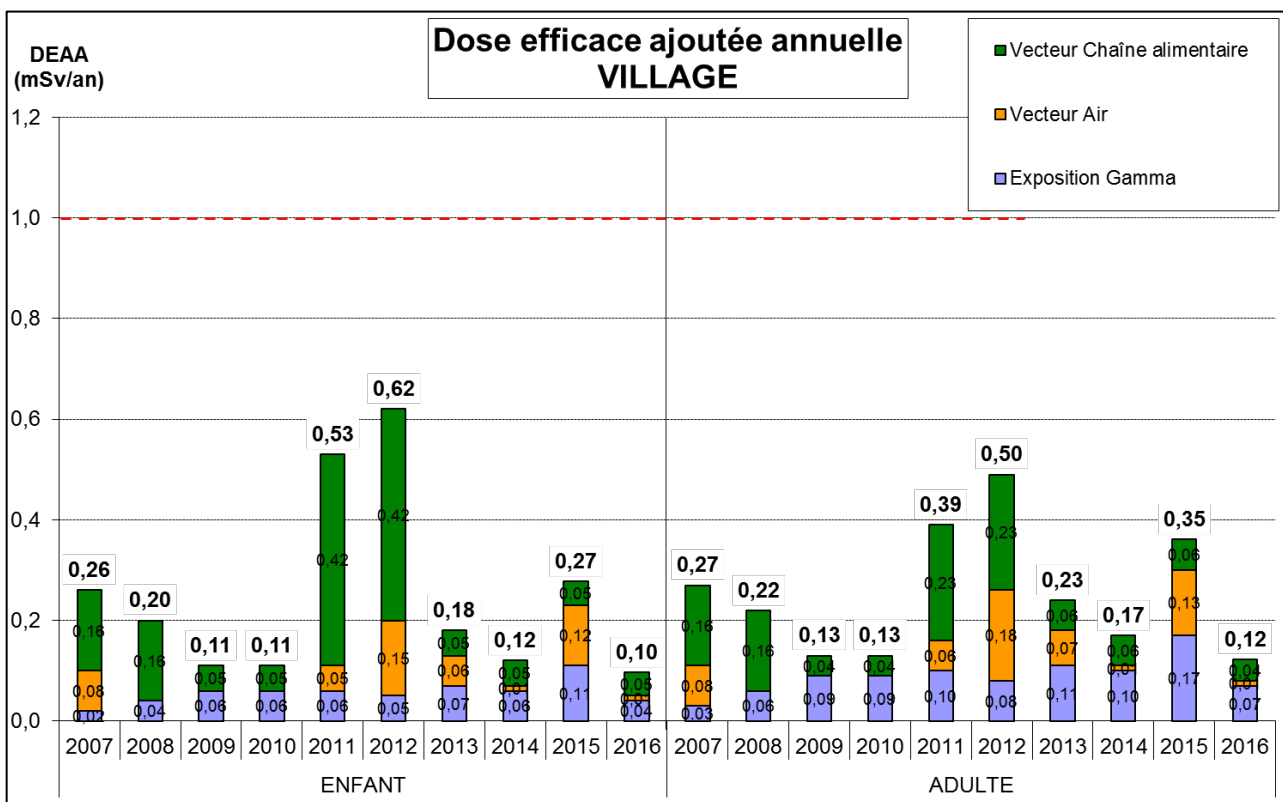
Situation	Scénario	Temps passé (en heure)			Consommation d'aliments cultivés près du site
		À l'intérieur des habitations	À l'extérieur des habitations	Près ou sur le site	
VILLAGE	Enfant de 2 à 7 ans	6 800	860	0	Oui
	Adulte de + de 60 ans	7 300	1 360	0	Oui
LOTISSEMENT COMMUNAL	Enfant de 2 à 7 ans	6 800	860	0	Oui
	Adulte de + de 60 ans	7 300	1 360	0	Oui

Des scénarii complémentaires sont créés afin de s'adapter au contexte local :

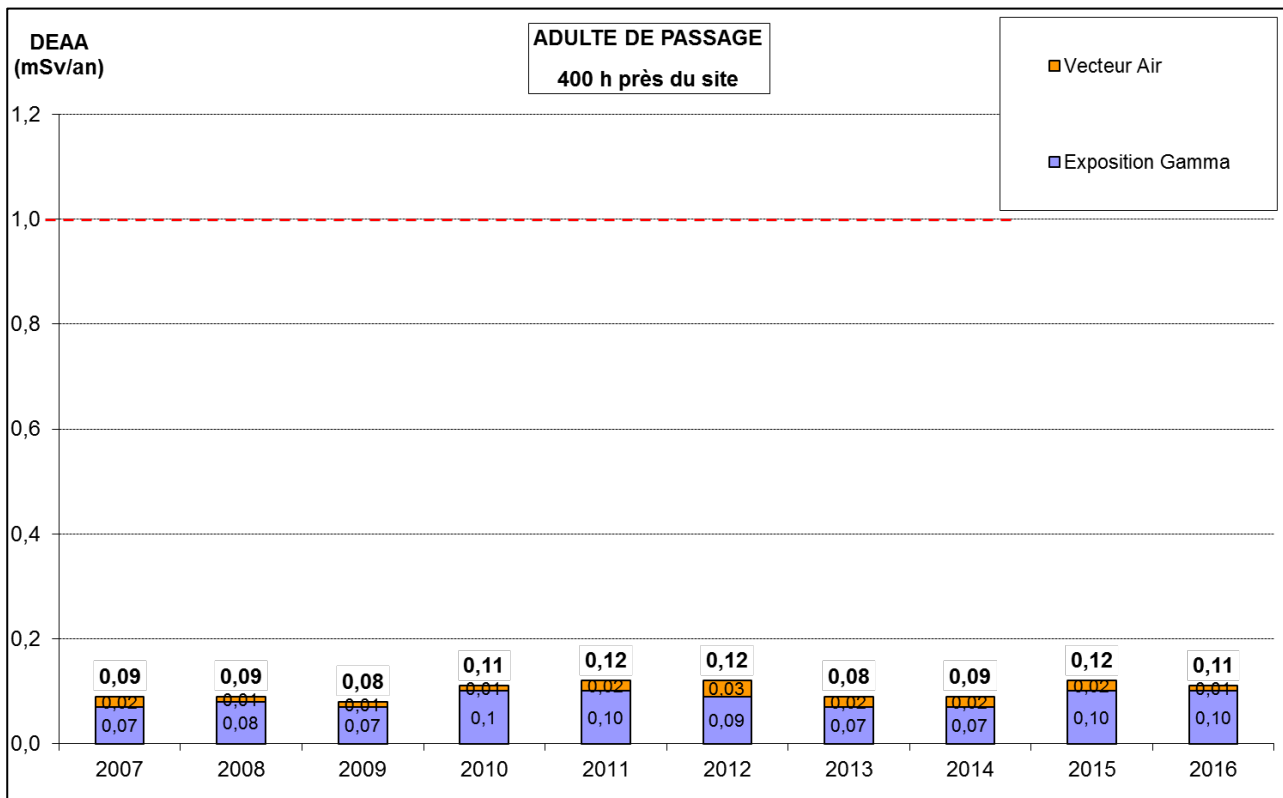
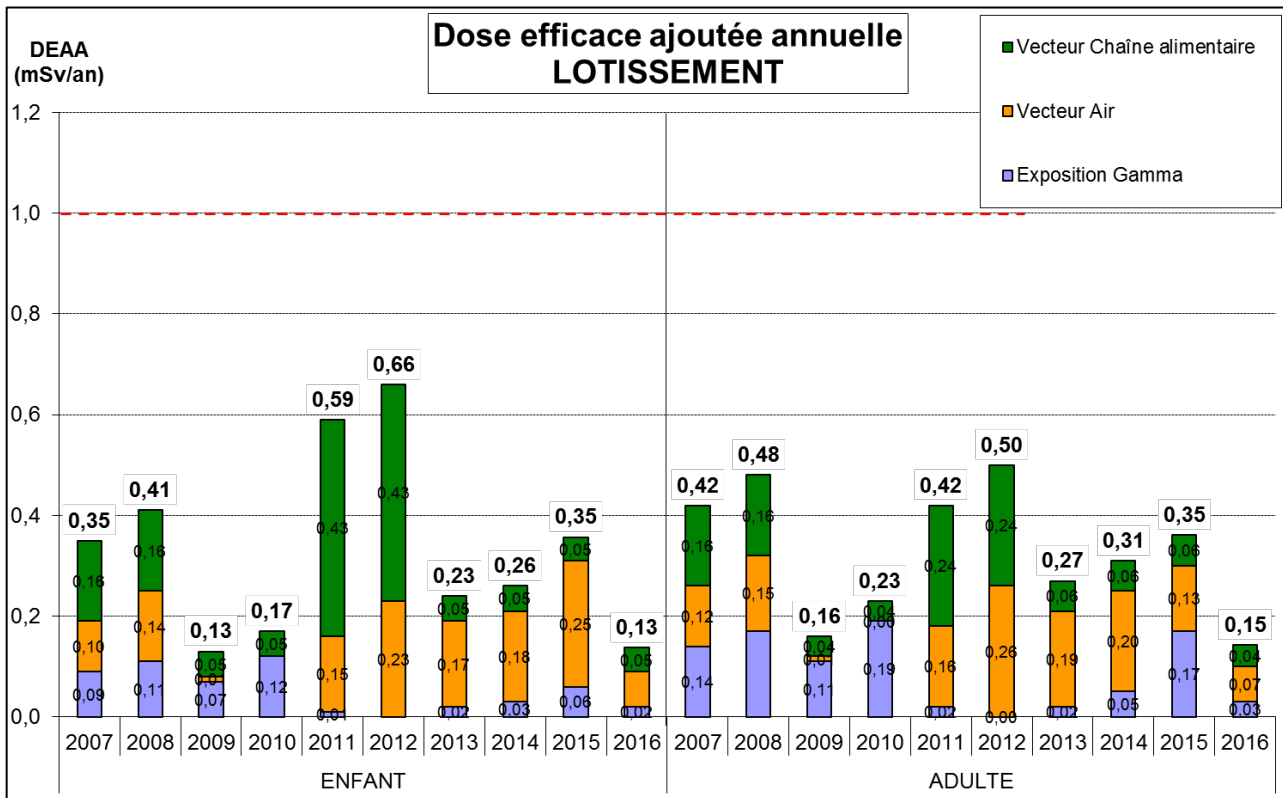
- Le scénario d'un adulte se promenant de temps en temps près du site, mais ne vivant pas dans la commune (adulte de passage),
- Le scénario d'un adulte qui vivrait sous influence du site, et travaillerait régulièrement sur ou à proximité du site,
- Le scénario d'un vacancier qui viendrait séjourner au camping situé dans les environs immédiats du site.

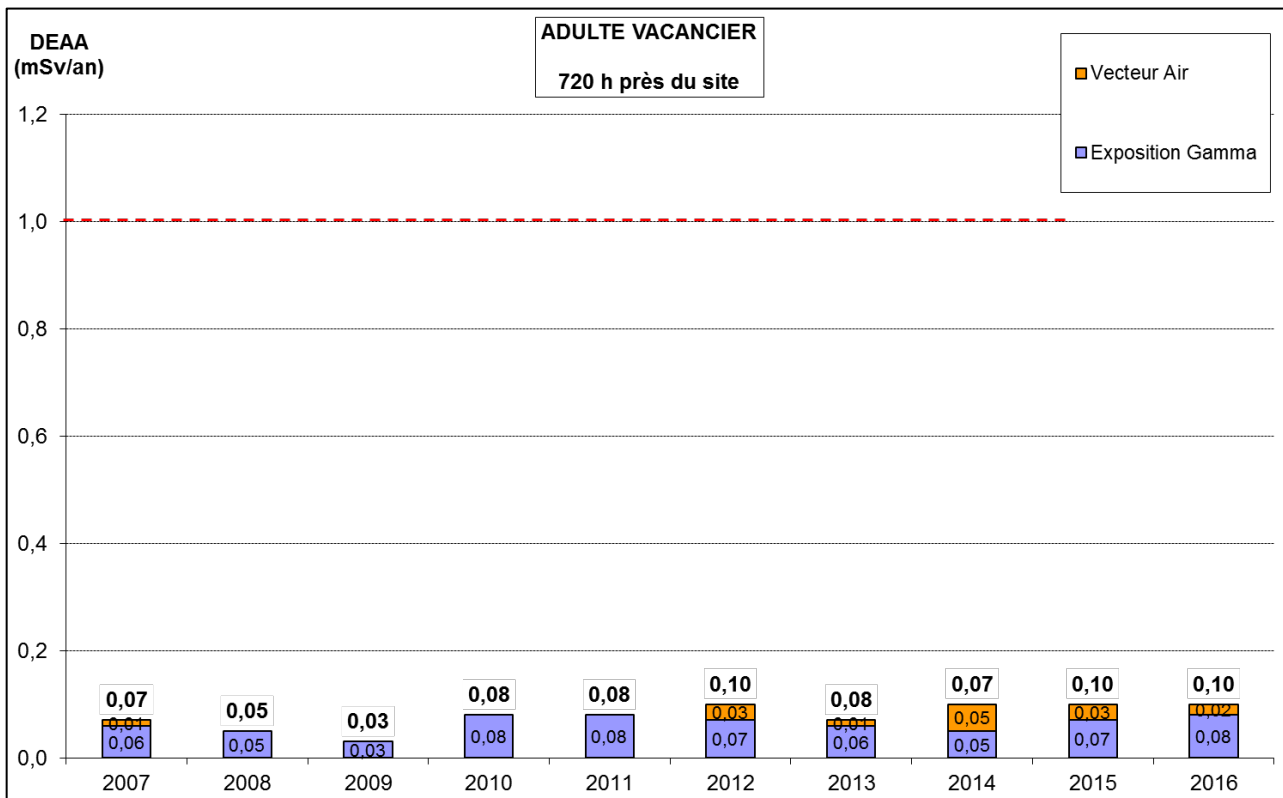
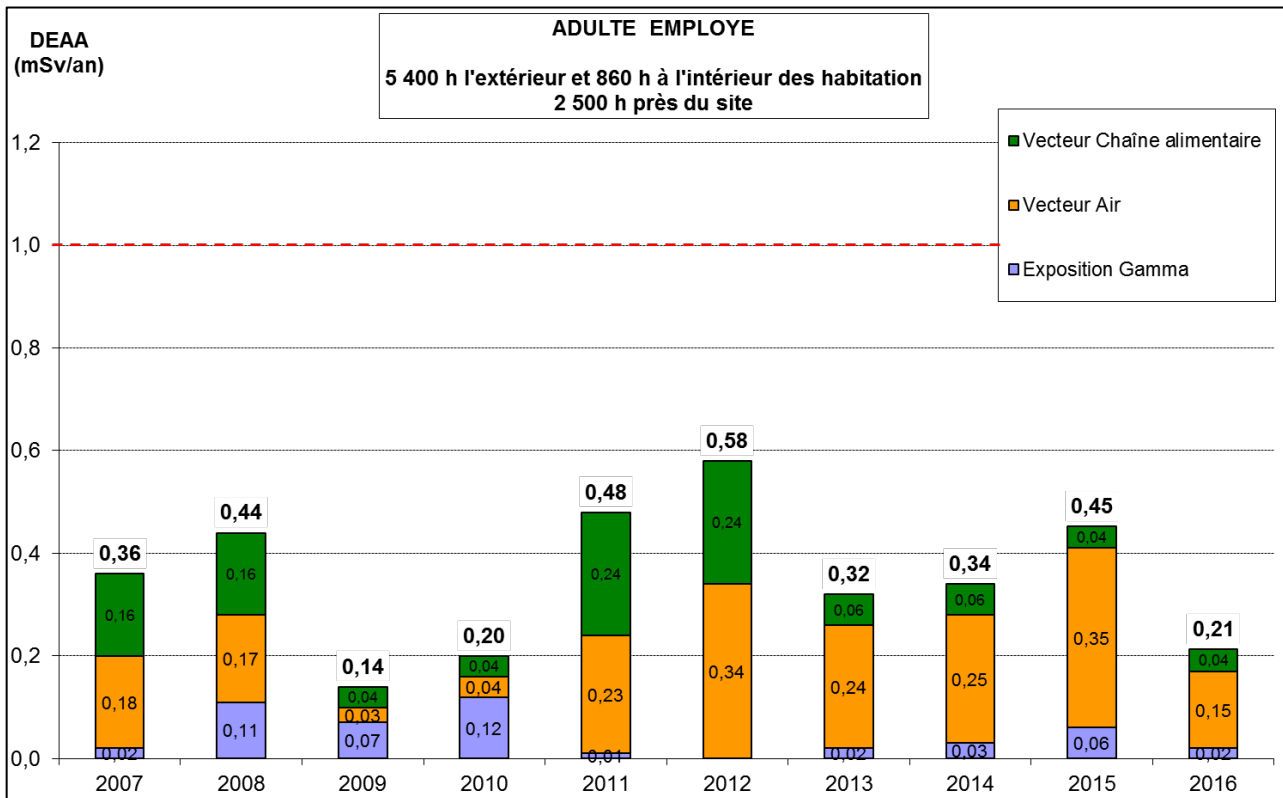
Situation	Scénario	Temps passé (en heure)			Consommation d'aliments cultivés près du site
		À l'intérieur des habitations	À l'extérieur des habitations	Près ou sur le site	
ADULTE DE PASSAGE	Adulte	-	-	400	Non
ADULTE EMPLOYÉ	Adulte	5 400	860	2 500	Oui
ADULTE VACANCIER	Adulte	-	-	720	Non

Les graphiques suivants présentent les doses par voies d'exposition et la dose efficace annuelle ajoutée pour chaque scénario pour la période 2007 – 2016.









De 2007 à 2016, la dose efficace ajoutée ne dépasse pas la limite réglementaire de 1 mSv/an fixée dans l'article R.1333-8 du Code de la santé publique, pour tous les scénarii et toutes les années.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 122/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## 11.6 CONCLUSION DE L'ÉVALUATION DE LA DOSE EFFICACE AJOUTÉE

Les méthodes de calcul de dose efficace ajoutée ont évoluées ces dix dernières années.

Sur la période 2007 – 2015, la valeur maximale a été obtenue en 2012, pour un enfant de 2 à 7 ans. Elle s'élève à 0,64 mSv/an.

Les résultats mettent en évidence que, quel que soit la méthode de calcul, le scénario ou l'année, la dose efficace ajoutée reste **inférieure à la limite de 1 mSv/an** fixée dans l'article R.1333-8 du Code de la santé publique pour tous les scénarii étudiés.

## 11.7 ÉVALUATION DE LA DOSE EFFICACE AJOUTÉE PAR MODÉLISATION – SITE DE SAINT-PIERRE

Dans le cadre de la loi de gestion durable des matières et déchets radioactifs n°2006/739 du 28 juin 2006 et du PNGMDR (Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs), Orano a remis fin 2008 au ministre chargé de l'environnement et de l'Énergie, des études menées sur l'impact à long terme des stockage de résidus de traitement de minerais d'uranium, dont celui de Saint-Pierre-du-Cantal. Ces études ont été réalisées en appliquant une méthodologie basée sur la modélisation des différentes voies d'atteinte auxquelles sont exposées les populations riveraines.

Les voies de transfert prises en compte sont :

- La dose externe due au site,
- La dose inhalation due aux émanations de radon,
- La dose inhalation due aux poussières,
- La dose ingestion,
- La dose externe due à un dépôt suite à l'irrigation.

Conformément à la méthodologie, plusieurs scénarii ont été étudiés :

- Le scénario de référence correspondant à la situation d'évolution normale du stockage avec évaluation de la dose efficace ajoutée pour les groupes de référence (adulte, enfant) ou pour des personnes intervenant ou se promenant sur le site avec prise en compte des différentes voies d'exposition externe ou interne,
- Cinq scénarios altérés :
  - Perte d'intégrité de la couverture et de la digue,
  - Résidence sur le stockage avec couverture,
  - Chantier de terrassement d'une route de campagne,
  - Jeux d'enfants sur le tas excavé par le chantier routier,
  - Résidence sur le stockage sans couverture.

Il est à noter que les scénarii altérés cités précédemment possèdent une probabilité d'occurrence très faible voire nulle.

En conclusion :

*« Pour le scénario de référence, en phase de surveillance active et passive, la dose totale à l'adulte et à l'enfant aux alentours du site est inférieure à la limite réglementaire de 1 mSv sur une année. Elles sont respectivement de 220 µSv [0,22 mSv] pour l'adulte et de 260 µSv [0,26 mSv] pour l'enfant.*

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 123/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

*Pour les scénarios altérés, le scénario le plus pénalisant est la construction d'une résidence sur le site, sans couverture, pour lequel les doses totales sont de 30 mSv [par an] et de 29 mSv [par an], respectivement pour l'adulte et pour l'enfant. »*

Calcul d'impact dosimétrique du site de stockage de résidus de traitement de minerais d'uranium de Saint-Pierre-du-Cantal, SGN, janvier 2009

Ainsi, le maintien de la couverture est primordial dans la gestion du site.

Pour cela, la mise en place de servitudes d'utilité publique permet de garantir l'intégrité de la couverture et le caractère inconstructible des parcelles concernées, et donc de voir un scénario altéré apparaître.

En effet, sont en particulier interdits sur les parcelles du stockage :

- tous travaux portant atteinte à l'intégrité du terrain et à la couverture du site (notamment : terrassements, affouillements, creusement de puits ou sondages...) à l'exclusion des aménagements nécessaires à sa surveillance,
- toute construction même légère,
- la réalisation de jardin d'enfants, de camping, d'aire de stationnement et tout nouvel aménagement destiné à des activités de loisirs.

Ces servitudes sont décrites avec précision au paragraphe 12.3.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 124/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## 12 MESURES PRISES POUR RÉDUIRE LES IMPACTS

### 12.1 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.

#### 12.1.1 Réaménagement du site de Saint-Pierre-du-Cantal

Sur le département du Cantal, seul le site de Saint-Pierre-du-Cantal est concerné par un stockage de résidus de traitement du minerai.

Les essais réalisés sur des sites contenant des résidus de traitement similaires, notamment en Limousin, ont permis de montrer qu'une couche relativement peu épaisse de stériles miniers (environ 50 centimètres) permet d'arrêter l'irradiation externe (rayonnement gamma) issue des résidus.

Les matériaux de couverture mis en œuvre sur le site de Saint-Pierre sont de nature différente puisqu'il s'agit de sables argileux, alors qu'en Limousin il s'agit de granite.

Cependant il convient de rappeler que les sables de Saint-Pierre sont les roches détritiques provenant de l'altération d'un granite. La composition minéralogique de ces roches présente donc des similitudes dans la mesure où le quartz est fortement représenté, les feldspaths sont présents dans les sables décrits ici comme arkosiques, les biotites et muscovites se retrouvent sous forme d'argiles.

L'importance de l'émanation de radon dans l'atmosphère est régie par 2 facteurs principaux :

- La capacité de la source d'émission :  
Les résidus grossiers permettent une libération facile du radon, cependant ce type de minerai était à faible teneur en uranium, donc en radioéléments descendants.  
Les résidus fins, initialement plus riches en uranium, présentent une perméabilité extrêmement faible par leur granulométrie et leur nature argileuse. Aussi, seule la partie périphérique du dépôt est susceptible de libérer facilement le radon.  
Ainsi quel que soit le type de matériau, l'émission de radon restera limitée.
- La perméabilité de la couche de couverture:

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 125/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

Les sables argileux sont mélangés avec les niveaux silteux argileux stériles de la formation oligocène. Le produit de couverture correspond à un sable à ciment argileux moins propice à la perméabilité qu'un sable bien lavé.

Le passage successif des engins de terrassement lors de la mise en place de la couverture augmente la compacité du matériau, limitant d'autant la perméabilité.

La perméabilité faible entraîne un temps de transfert plus long pour les gaz au travers de la couche de couverture, ce qui limite d'autant l'émanation en surface des gaz radioactifs en fonction de leur décroissance (période de 3,82 jours pour le radon 222 et période de 55,6 secondes pour le radon 220).

La couverture des bassins de stockages des résidus fins les plus radiologiquement marqués est basée sur 2 études géotechniques réalisées par le CEBTP.

La première étude a été effectuée sur des échantillons de boues prélevés dans les bassins en juillet 1990.

La deuxième étude porte sur des échantillons prélevés par 2 sondages, carottés en août 1999, qui ont traversé la couche de couverture et une partie des résidus.

Les principaux points à retenir sont les suivants :

- Le coefficient de compressibilité s'améliore entre 1991 (Cc moyen = 4,0) et 1999 (Cc moyen = 1,4) avec la consolidation des boues,
- Les amplitudes de tassements sont limitées : 0,6 m dans la configuration la plus défavorable (15 m de boues sous 6 m de remblai),
- Les temps de consolidation restent élevés (16 mois à plusieurs dizaines d'années selon les configurations envisagées). Ils sont liés aux conditions géologiques (substratum et encaissant peu perméable) et géométriques (bassins profonds de 5 à 15 m) du site ne permettant pas une dissipation simple des pressions interstitielles.

Les stériles de la mine de Saint-Pierre-du-Cantal sont constitués essentiellement de sables et de silts argileux.

Ces matériaux ont été étudiés en vue de la construction de la digue (cf. paragraphe 7.5). Ils rassemblent toutes les caractéristiques souhaitables pour le recouvrement de résidus de traitement de minerai d'uranium.

La granulométrie permet une bonne cohésion du produit favorisant ainsi le rôle de barrière anti-intrusion et le rôle d'écran anti-rayonnements gamma. La proportion relativement élevée des particules fines argileuses limite la circulation des fluides :

- Les émissions de radon du stock de résidus vers l'atmosphère sont ainsi freinées et par conséquent diminuées,
- Les percolations des eaux météoriques sont plus difficiles et donc les possibilités d'entraînement de radionucléides hors du stockage plus restreintes.

La couverture des résidus grossiers de lixiviation ne pose pas de problème particulier. Les stériles ont été acheminés par camion et le régalage des produits s'est effectué au boteur. L'épaisseur du recouvrement varie en fonction de la topographie initiale des résidus et de la forme définitive prévue; elle s'élève au minimum à 50 centimètres.

La couverture des bassins de décantation des résidus fins de l'usine s'avère beaucoup plus délicate. Les caractéristiques géotechniques de ces produits montrent que leur portance est faible. Le travail sur ces zones devient très difficile dès que les terrains sont mouillés.

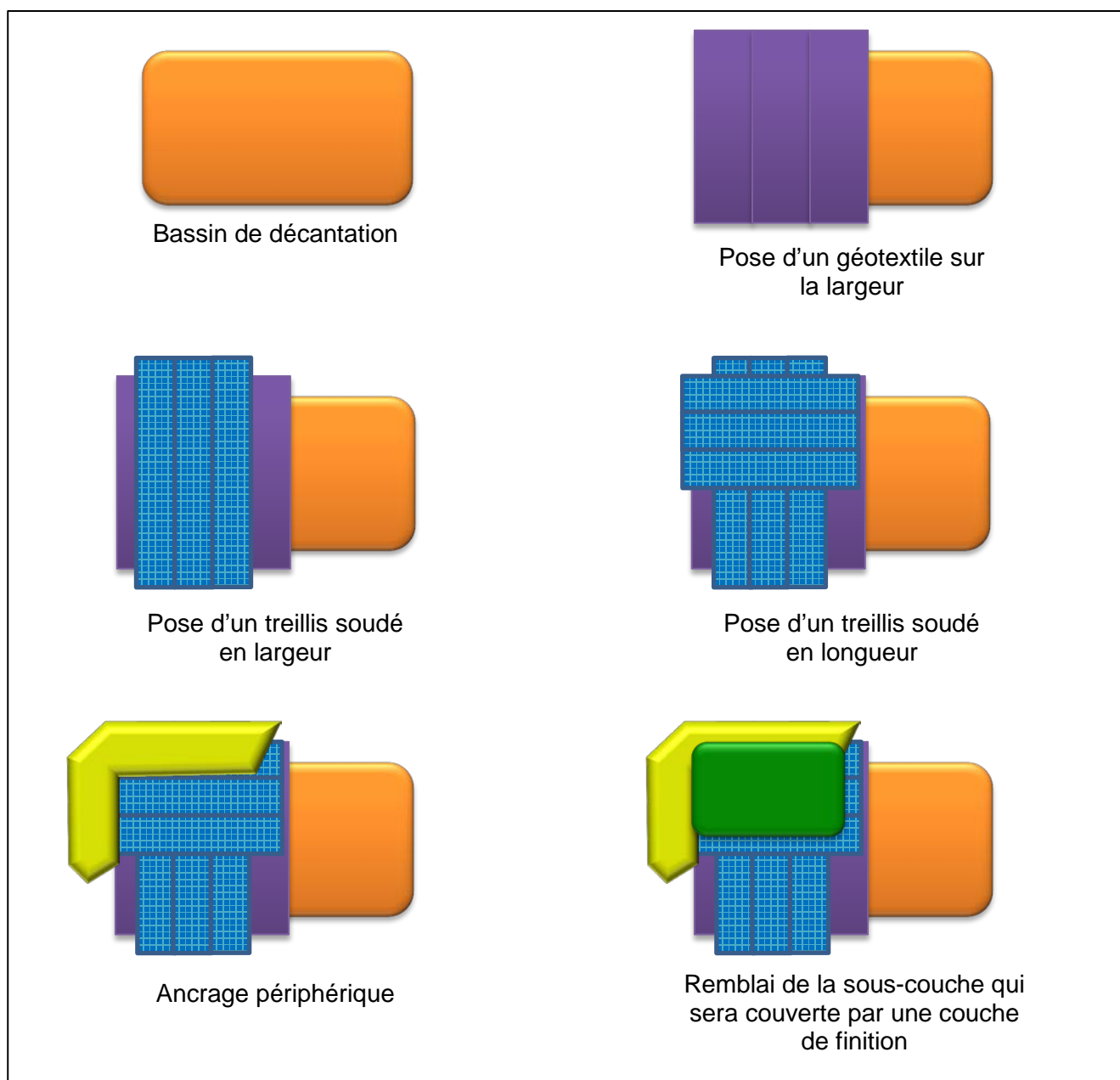
Aussi, les travaux ont-ils été effectués uniquement à la belle saison (juillet-août et éventuellement septembre). C'est ainsi que le recouvrement complet des bassins a nécessité plusieurs années.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 126/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

La première méthode utilisée consistait à déposer des matériaux stériles sur le pourtour des bassins et d'avancer progressivement vers l'intérieur pour réduire la surface des boues non couvertes.

En s'appuyant sur l'expérience acquise sur d'autres exploitations pour des cas comparables (bassin du Brugeaud et bassin de Lavaugrasse à Bessines-sur-Gartempe en Haute-Vienne), une nouvelle méthode a été utilisée à partir de 1994.

Cette méthode est basée sur un confinement préalable des boues par du géotextile et du treillis soudé, ce qui permet de leur donner suffisamment de portance pour pouvoir étaler les matériaux de couverture :



Les caractéristiques des matériaux employés sont les suivantes :

- Géotextile : Type non tissé 190 g/m<sup>2</sup>, livré en rouleaux de 5,20 m x 100 m.
- Treillis soudé : Maille 150 mm x 150 mm, fils de 3,5 mm, livré en rouleaux de 2,40 m x 100 m.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 127/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

Après le dépôt de la première couche, la quantité de remblais mise en place est en adéquation avec le profil final escompté, compte tenu du tassement estimé lié à la consolidation des résidus.

La couverture complète des bassins de résidus fins a nécessité environ 280 000 tonnes de stériles.

Le paysage de la région de Saint-Pierre est typiquement auvergnat, composé essentiellement de pâturages, bois et rares cultures céréalières. Au cours du réaménagement, de nombreux arbres sains (chênes, sapins, bouleaux, saules, ...) qui avaient poussé naturellement sur le site ont été préservés et mis en valeur. Ces arbres sont en majorité situés en bordure de zones marécageuses, fossés et autour du plan d'eau, participant ainsi à l'intégration rapide dans le paysage de l'ancien site minier.

La surface remodelée est composée de terre végétale, sable et silt argileux d'origine granitique localement enrichi, afin d'accélérer la reconstitution des sols, avec des matières organiques provenant des abords du lac de Saint-Pierre. De plus, des ensemencements de gazon ont été effectués en fin d'été 2000 et 2001.

En 2004, la mairie de Saint-Pierre-du-Cantal a réalisé, dans le cadre de la gestion du plan d'eau, un curage de l'étang. Or ce dernier, situé en dehors de l'emprise minière, a été créé dans une zone minéralisée, naturellement présente. La municipalité a entreposé ces produits sur le site SMJ sans autorisation préalable.

En l'absence d'exutoire de ce type de produits en France, SMJ a accepté de les stocker et a mis en place une couverture complémentaire sur la zone concernée par ces matériaux.

Un dispositif de contrôle de la qualité de l'air a été mis en place sur l'emprise du stockage de résidus de traitement. Une description du réseau ainsi que les résultats des mesures obtenues ces quinze dernières années figurent au chapitre 8.2

Des plans compteurs ont été réalisés en 1958, soit avant exploitation, et en 2002, c'est-à-dire après réaménagement. Ces cartographies paraissent en Figure 10 et Figure 11 du présent bilan.

On observe ainsi une homogénéisation des niveaux radiométriques sur l'ensemble du site. Les points singuliers les plus élevés relevés notamment à l'Est du site en 1958 correspondent au gisement affleurant et ont été extraits durant l'exploitation de la mine.

**On note ainsi de manière globale une diminution du niveau des activités sur l'ensemble du site, du fait de l'extraction des points les plus élevés et de la mise en place d'une couverture sur l'ensemble du stockage de résidus de traitement à la fin du réaménagement en 2002.**

**La pérennité de la couverture est assurée par des visites régulières, ainsi que par la mise en place de servitudes d'utilité publique opposables, permettant de garder la mémoire du site et d'interdire toute opération susceptible de mettre en cause l'intégrité de cette couverture (cf. paragraphe 12.3 relatif à ces servitudes).**

### 12.1.2 Travaux d'assainissement

Des travaux d'assainissement complémentaires ont été réalisés en été 2010 au niveau du lotissement situé au Sud du site de Saint Pierre et sur une zone de faible surface au niveau du camping, ainsi qu'un recouvrement au niveau d'une partie du terrain de sport.

La zone lotissement a été entièrement décapée entre 50 cm et 1 m suivant les zones, jusqu'au niveau du terrain naturel. L'aspect très ponctuel de présence de résidus de traitement a été confirmé

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 128/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0



(< 1m<sup>3</sup>). Le terrain naturel sous la couche de terre végétale est constitué de sables et argiles vertes présentant localement de belles figures sédimentaires (stratifications entrecroisées, séquences sédimentaires grossier - moyen - fin - argile, front d'oxydo-réduction).

À la demande de la DREAL, un contrôle de fond de fouilles a été réalisé par l'IRSN avant remblaiement, en présence de la CRIIRAD et d'associations locales.

Les conclusions du rapport figurent ci-après :

*L'IRSN est intervenu les 19 et 20 juillet 2010 sur le site de Saint-Pierre, dans le département du Cantal, afin de procéder à un contrôle « à mi-chantier » suite aux travaux de décaissement des parcelles du lotissement communal effectués par [Orano]. Ce contrôle a été réalisé en présence de la CRIIRAD et de la société ALGADE, mandatée par [Orano] en tant qu'assistant à la maîtrise d'ouvrage. Étaient présents également la première journée, la DREAL Auvergne, l'ARS, [Orano] et ponctuellement M. Le Maire de Saint-Pierre.*

*[...]*

*Les observations géologiques ont d'abord été menées sur la base des coupes de terrain observables en bordure de la zone décaissée.*

*La géologie du secteur est marquée par des variations latérales importantes de la lithologie qui rendent assez délicat le repérage des niveaux naturels. Sur la plupart des secteurs, il a toutefois été rapidement possible de repérer des éléments caractéristiques des dépôts fluviaux à l'origine de la formation. Ces éléments ont en particulier permis de confirmer la présence d'une couche de terrains rapportés de faible épaisseur (20 à 50 cm) sur la plus grande partie de la zone. Seule l'extrémité nord-est comporte une épaisseur de remblais plus importante. Afin de conforter les éléments disponibles et de lever certaines interrogations, l'IRSN a demandé à [Orano] la réalisation, en sa présence, de sondages à la pelle mécanique.*

*Ces observations complémentaires ont conduit :*

- à constater que l'opération de décapage effectuée par [Orano] avait permis le retrait des terrains rapportés jusqu'au terrain naturel sur l'ensemble de la bande traitée, à l'exception de l'extrémité nord-est sur laquelle l'épaisseur de remblai était plus importante ;*
- à mettre en évidence la présence d'une poche de résidus non excavés dans les remblais non décaissés situés au Nord-est des terrains ;*
- à identifier les terrains naturels en place en fond de la zone traitée et latéralement à cette dernière, y compris sous les pavillons construits à proximité immédiate.*

*Suite à la découverte de la poche de résidus, [Orano] a décidé de procéder immédiatement à leur retrait.*

*Le balayage radiométrique effectué sur le fond de la zone décaissée ainsi qu'au droit des maisons a conduit à effectuer des prélèvements sur 3 secteurs particuliers. De manière générale, le balayage montre une variabilité assez grande des débits de dose mesurés avec des valeurs localement élevées (de l'ordre de 1 µSv.h-1). Ces observations sont cohérentes avec les variations latérales des faciès géologiques et la localisation à proximité (voire au droit) des minéralisations en place.*

*Afin de disposer d'éléments sur l'existence d'un déséquilibre U-238/Ra-226 et ainsi sur l'éventuelle présence de résidus, une analyse par spectrométrie gamma a été réalisée dans les laboratoires de l'IRSN à Fontenay-aux-Roses. Les résultats obtenus ont permis d'identifier deux familles d'échantillons ; la famille (1) des « échantillons naturels » (10 échantillons) et la famille (2) des « échantillons suspects » correspondant à des matériaux produits ou affectés par l'activité minière (3 échantillons dont un sable). La contamination observée dans le sable de la famille (2) est vraisemblablement due au lessivage, par les eaux météoriques, des matériaux rapportés sus-jacents, plus riches en Ra-226 ou à la percolation de fluides contaminés (ruissellement,...) qui ont enrichi ces sables en Ra-226 lors de leur migration.*

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 129/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

*En conséquence l'IRSN, dans son avis en date du 23 juillet 2010, a considéré qu'il était possible de procéder au recouvrement des terrains excavés sous réserve du retrait préalable des terrains rapportés encore présents dans la partie située au Nord-est de la zone. La décision de procéder au retrait des remblais encore présents en fond de fouille, dans le secteur Nord-est, a été prise par [Orano] sitôt informé des recommandations de l'IRSN. [Orano] a déclaré avoir conduit cette opération de décapage supplémentaire au cours de la semaine qui a suivi la visite de contrôle de l'IRSN et de la CRIIRAD (semaine 30).*

*Pour ce qui concerne la question relative à la nature des terrains constituant le soubassement des maisons, l'IRSN note que les observations et mesures effectuées en bordure des zones excavées tendent à démontrer la présence d'une faible épaisseur de terrains rapportés (quelques dizaines de cm) lors du terrassement en vue de la construction des maisons et l'absence de matériaux assimilables à des résidus. Les observations et mesures confirment la présence de matériaux naturels en place relativement riches en radioactivité naturelle (plusieurs kBq.kg-1) vraisemblablement à l'origine de la présence de radon dans ces bâtiments.*

*Contrôles suite aux travaux de décaissement par Areva NC des parcelles du lotissement de Saint-Pierre (Cantal) : investigations géologiques et radiologiques ; IRSN ; février 2011 [37]*

Les matériaux extraits lors de ces travaux d'assainissement ont été stockés sur l'ICPE, dans l'enceinte clôturée. Une nouvelle couverture a été mise en place sur la zone d'apport, permettant de retrouver le niveau initial radiométrique de la zone avant travaux.

## 12.2 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.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 130/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

Après réaménagement, la qualité des eaux avec des valeurs de rejets inférieures aux exigences réglementaires a permis de s'affranchir de tout traitement physico-chimique sur l'ensemble des sites miniers uranifères du Cantal. Le suivi réglementaire du site de Saint Pierre du Cantal ainsi que la campagne de prélèvement dans le cadre de ce bilan en 2013 permet de valider cette décision avec des valeurs nettement inférieures aux valeurs réglementaires au niveau des rejets (cf. chapitre 8.1).

## 12.3 SERVITUDES D'UTILITÉ PUBLIQUE

Conformément à l'arrêté préfectoral du 2 juin 1986, une convention de servitudes sur les parcelles concernées par le site minier a été signée en mai 19996 entre la Société des Mines de JOUAC et l'État, et enregistrée à la conservation des hypothèques d'Aurillac.

En avril 2011, un dossier de demande de mise en place de servitudes d'utilités publiques (SUP) a été déposé en préfecture par SMJ, au titre du code de l'environnement sur l'ancien site industriel et minier de Saint-Pierre-du-Cantal. Ce projet correspondait à la mise en d'une décision prise en commission locale d'information (CLI) en mars 2009.

La demande d'institution de servitudes a été initiée par le Préfet comme le prévoit l'article R.515-25 du code de l'environnement. Elle s'inscrit dans le cadre de l'application de l'article L.515-12 qui prévoit que des SUP. peuvent être instituées sur des terrains pollués par l'exploitation d'une installation ou autour de ces sites afin de protéger les intérêts visés à l'article L. 511-1.

Opposables, ces servitudes, permettent de conserver la mémoire de façon pérenne de ces anciennes activités et de leur emprise, et donc de garantir l'absence, dans le futur, d'usages non compatibles.

Il est à noter que le site de saint-Pierre est le premier site de stockage de résidus de traitement de minerais d'uranium sur lequel ce type de servitudes est mis en place.

L'arrêté préfectoral n°2012-541 du 02 avril 2012 prescrit la mise en place de servitudes d'utilité publique sur l'ancien site industriel et minier de Saint-Pierre-du-Cantal. L'extrait décrivant la nature des servitudes figure ci-après :

### « Article 3- Nature des servitudes et terrains concernés

*Des servitudes d'utilité publique sont instituées sur le site :*

➤ **servitudes de type I** : les opérations suivantes sont interdites :

- tous travaux portant atteinte à l'intégrité du terrain et à la couverture du site (notamment : terrassements, affouillements, creusement de puits ou sondages...) à l'exclusion des aménagements nécessaires à sa surveillance,
- toute construction même légère,
- la réalisation de jardin d'enfants, de camping, d'aire de stationnement et tout nouvel aménagement destiné à des activités de loisirs,
- les cultures de plantes, de fruits ou légumes à des fins alimentaires,
- le pacage des animaux et toute utilisation à des fins agricoles.

*Sont concernées, les parcelles : ZD 46\*, ZD 49\*, ZD 53, ZD 55, ZD 59\*, ZD 60\*, ZD 61\*, ZD 62\*, ZD 65\*, ZD 68\*, ZD 70\*, ZD 98\*, ZD 99, ZD 100 (pour partie), ZD 102\*, ZD 103\*, ZD 114\*, ZD 115\*, ZD 116\*, ZD 117\*, ZI 48\*, ZI 49\*, ZI 50, ZI 51\*, ZI 84, ZI 85, ZL 84\*, ZL 85, ZL 86\*, ZL 87\*, ZL 88, ZL 90, ZL 91.*

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 131/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

➤ **servitudes de type II** : portant sur les parcelles qui présentent un plus faible impact environnemental constaté, pour lesquelles sont interdits :

- tous travaux portant atteinte à l'intégrité du terrain et à la couverture du site (notamment: terrassements, affouillements, creusement de puits ou sondages...) à l'exclusion des aménagements nécessaires à sa surveillance,
- toute construction à usage d'habitation ou nécessitant des fondations,
- la réalisation de jardin d'enfants, de camping, d'aire de stationnement et tout nouvel aménagement destiné aux activités de loisirs,
- les cultures de plantes, de fruits ou légumes à des fins alimentaires.

Sont concernées, les parcelles : ZD 2 (partie c), ZD 24\*, ZD 69\*, ZD 101\*, ZD 104, ZD 105\*, ZD 106\*, ZD 110, ZD 111 et ZI 12 (partie).

➤ **servitudes de type III** : portant sur les deux parcelles ZI 66 et ZI 67, situées en limite de la zone exploitée et à l'aplomb de terrains minéralisés, pour lesquelles sont interdits

- tous travaux portant atteinte à l'intégrité du terrain (notamment : terrassements, affouillements, creusement de puits ou sondages...),
- toute construction à usage d'habitation ou nécessitant des fondations.

➤ **dispositions particulières** : la parcelle ZD 98 est grevée de servitudes de type I. Dans le cas où elle ferait l'objet en tout ou partie d'une acquisition par la commune pour une extension du cimetière, la seule servitude liée à la parcelle ou partie de parcelle concernée consistera à laisser les matériaux de creusement sur place. »

Extrait de l'arrêté préfectoral du 02/04/2012 prescrivant la mise en place de servitudes d'utilité publique sur l'ancien site industriel et minier de Saint-Pierre-du-Cantal

Le plan de ses servitudes figure est joint en Figure 12.

Ces servitudes sont été inscrites au Plan Local d'Urbanisme de Saint Pierre (arrêté préfectoral du 10 août 2012 portant mise à jour du PLU de Saint-Pierre)

## 12.4 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.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 132/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

Comme décrit dans le paragraphe 2.1 relatif à la géologie, le site de Saint Pierre se situe dans des terrains sablo-argileux. Ainsi, les caractéristiques mécaniques de ces matériaux ont conduit à l'absence d'utilisation notable de stériles dans le domaine public.

Ainsi, les matériaux du site présentaient peu d'intérêt pour des usages autres, comme la réalisation de pistes ou de soubassements divers (cours, plate-forme...).

Suivant ces éléments et en accord avec le Ministère de l'Environnement, la zone n'a pas fait l'objet d'un survol hélicopté comme sur les secteurs miniers en contexte granitique, mais d'une prospection pédestre dans un rayon de 3 km autour de l'ancien site minier.

À l'issue de ce recensement pédestre, 5 zones de présence de stériles miniers ont été identifiées. La dose efficace ajoutée calculée pour l'ensemble des 5 zones est inférieure à 0,3 mSv/an en prenant en compte l'usage actuel de chacune d'elles.

Conformément à l'instruction du 8 août 2013 sur la gestion des stériles miniers issus des anciennes exploitations uranifères, aucune intervention n'est nécessaire sur ces zones compte-tenu de la dose efficace ajoutée.

Un registre a été mis à la disposition du public en mairie de St-Pierre dans le cadre d'un appel à la mémoire locale sur une éventuelle utilisation de ces produits. Cette consultation n'a donné lieu à aucune remarque.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 133/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## 12.5 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.

Seuls les sites faisant l'objet d'une surveillance réglementaire sont soumis à cet affichage. Ainsi, dans le département du Cantal, seul Saint Pierre est concerné.

Ce panneau d'affichage mentionne 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 Orano Mining transmet l'ensemble des mesures réglementaires réalisées sur ses sites.

Le site de Saint Pierre fait également l'objet de servitudes d'utilité publique, dont le contenu est affiché au niveau du site.



**Panneaux d'information ICPE et SUP du site de Saint Pierre**

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 134/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## 13 DIAGNOSTIC RADON À L'INTÉRIEUR DES HABITATIONS

Dans le cadre de l'expertise conduite parallèlement par la CRIIRAD et l'IRSN sur l'ancien site minier de Saint Pierre, des investigations ont été menées, notamment en 2007, dans certaines habitations de la commune et dans les communes avoisinantes, afin d'y mesurer la concentration en radon.

Les paragraphes suivants donnent les conclusions de ces investigations, ainsi que les études qui ont été réalisées par la suite.

En 2000, dans le cadre d'une action nationale menée par le Ministère de la Santé, la DDASS du Cantal (devenue ARS Auvergne) a réalisé une mesure radon dans la salle des fêtes de la commune de Saint-Pierre-du-Cantal, comme Établissement Recevant du Public. Le résultat obtenu est de 270 Bq/m<sup>3</sup>.

L'arrêté du 22 juillet 2004 relatif à la gestion du risque radon dans les lieux ouverts au public préconise deux seuils d'action :

- une première valeur de 400 Bq/m<sup>3</sup>, au-dessus de laquelle le propriétaire doit faire réaliser des actions simples visant à réduire l'exposition des personnes au radon ;
- une valeur de 1 000 Bq/m<sup>3</sup>, au-dessus de laquelle le propriétaire doit faire réaliser sans délai des actions simples visant à réduire l'exposition des personnes au radon. Ces actions sont suivies immédiatement d'un diagnostic du bâtiment et de travaux visant à ramener les concentrations de radon en deçà de 400 Bq/m<sup>3</sup>.

Il n'y a donc pas eu de nécessité d'action pour cette salle des fêtes.

Des mesures ont été réalisées par la CRIIRAD dans une habitation en 2003.

*« [Ces] contrôles préliminaires, réalisés [...] au rez-de-chaussée d'une maison du village de Saint-Pierre (maison nouvelle), ont montré que l'activité volumique pouvait atteindre 1 400 Bq/m<sup>3</sup>. » CRIIRAD [30]*

En parallèle du premier volet de son expertise (chapitre 9.2 du présent rapport), la CRIIRAD a réalisé en 2006 un contrôle préliminaire, sur une courte durée, à l'intérieur d'une des maisons du lotissement communal.

*« Dans le séjour situé au rez-de-chaussée de cette maison, l'activité moyenne du radon dans l'air intérieur, était de 410 Bq/m<sup>3</sup> (moniteur posé du 8 mars à 17h50 au 9 mars à 11h30). Ce résultat préliminaire justifie que des mesures soient engagées sur une longue période. » CRIIRAD [30]*

Il a donc été décidé de réaliser des mesures dans certaines habitations de la commune de Saint-Pierre-du-Cantal.

*« L'objectif était de compléter les mesures dans l'environnement par des mesures dans certains bâtiments. La localisation de constructions (lotissement, stand de tir, ateliers municipaux en particulier) à proximité immédiate de l'ancien site et les interrogations relatives à la nature des matériaux de soubassements soulevées lors des discussions préparatoires à*

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 135/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

la phase 2 ont amené les différents intervenants à considérer ces mesures utiles dans le cadre de l'expertise en cours. » **IRSN [33]**

Conformément aux décisions arrêtées lors de la réunion de la CLI le 19 mai 2006, les mesures suivantes ont été réalisées :

« l'IRSN a réalisé une campagne de mesure du radon relativement exhaustive incluant la plupart des habitations ou bâtiments en dur à proximité du site ainsi que quelques habitations situées dans des hameaux hors influence et pouvant constituer une référence milieu naturel.

Les mesures réalisées par l'IRSN dans le cadre de l'expertise [...] ont ainsi concerné 18 habitations dont 14 maisons à Saint Pierre, ainsi qu'une maison au lieu-dit Les Baraques, une au lieu-dit Buzanges et deux maisons, respectivement dans les hameaux de Teldes et de Chaissac. Les dosimètres ont été déposés dans ces habitations pour une période de trois mois. [...]

Les mesures de dépistage du radon ont été effectuées en commun avec la CRIIRAD dans 5 habitations.

Les mesures de radon ont été conduites de manière à évaluer le niveau d'exposition associé à l'occupation des bâtiments dans des conditions normales et ont donc été menées conformément à la norme AFNOR NF M60 771. En application de cette norme, au minimum 2 capteurs ont été mis en place par bâtiment. » **IRSN [33]**

Les conclusions des deux organismes sont citées ci-après :

#### ➤ **CONCLUSIONS DE LA CRIIRAD [30]**

Les résultats des mesures d'activité volumique du radon dans l'air intérieur effectuées par la CRIIRAD sont reportés dans le tableau T4 ci-après et sur la carte C5. Il s'agit des résultats obtenus avec les films exposés en mode ouvert et pour un facteur d'équilibre  $F=0,4$ .

Tableau 4: Mesures de radon 222 dans l'air intérieur (Bq/m<sup>3</sup> d'air) / CRIIRAD

Bâtiment	Pièce	Niveau	Concentration mesurée (Bq/m <sup>3</sup> )	Période de mesure		Durée (jours)	N° film
				Début	Fin		

##### A / Sites contrôlés par la CRIIRAD et appartenant à la commune

Atelier municipal ancien	Bureau	R-d-c	136 ± 16	12/10/2006	09/01/2007	89	259 290
Bâtiment social préfab.	Local FC St Pierre	R-d-c	320 ± 26	11/10/2006	10/01/2007	91	259 275
Bâtiment social préfab.	Réserve côté sud	R-d-c	333 ± 27	11/10/2006	10/01/2007	91	259 276
Ecole	Cantine	R-d-c (eq)	608 ± 36	11/10/2006	09/01/2007	90	259 277
Ecole	Classe CE2-CM1	1 er étage (eq)	477 ± 29	11/10/2006	09/01/2007	90	259 279
Ecole	Salle d'activités	1 er étage (eq)	466 ± 28	11/10/2006	09/01/2007	90	259 278
Eglise	Eglise	R-d-c	124 ± 15	11/10/2006	10/01/2007	91	259 272
Salle des fêtes	Salle Nord Bar	R-d-c	3 205 ± 64	11/10/2006	10/01/2007	91	259 274
Salle des fêtes	Salle Sud	R-d-c	432 ± 30	11/10/2006	10/01/2007	91	259 273

##### B / Sites contrôlés par la CRIIRAD et l'IRSN (habitat privé ou communal)

Habitation louée ancienne (B)	Séjour (O)	R-d-c	10 823 ± 108	12/10/2006	09/01/2007	89	259 287
Habitation louée ancienne (B)	Chambre (O)	1er étage	5 151 ± 103	12/10/2006	09/01/2007	89	259 289
Nouveau lotissement loué ©	Séjour (O)	R-d-c	76 ± 12	12/10/2006	09/01/2007	89	259 292
Nouveau lotissement loué ©	Chambre (O)	1er étage	62 ± 11	12/10/2006	09/01/2007	89	259 294
Habitation privée nouvelle (D)	Cave (O)	R-d-c	1 261 ± 50	12/10/2006	09/01/2007	89	259 302
Habitation privée nouvelle (D)	Séjour (O)	1er étage	71 ± 12	12/10/2006	09/01/2007	89	259 300
Lotissement ancien loué (G)	Séjour (O)	R-d-c	1 662 ± 50	12/10/2006	09/01/2007	89	259 296
Lotissement ancien loué (G)	Chambre (O)	1er étage	5 080 ± 102	12/10/2006	09/01/2007	89	259 298
Habitation ancienne louée (L)	Cave (O)	Sous-sol	1 352 ± 54	11/10/2006	09/01/2007	90	259 285
Habitation ancienne louée (L)	Séjour (O)	R-d-c	774 ± 39	11/10/2006	09/01/2007	90	259 281
Habitation ancienne louée (L)	Chambre (O)	R-d-c	504 ± 30	11/10/2006	09/01/2007	90	259 283

[...]

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 136/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0



## ➤ **CONCLUSIONS DE L'IRSN [33]**

Les résultats de ces investigations montrent que :

- 3 maisons, dont une également investiguée par la CRIIRAD, présentent des concentrations de radon comprises entre 400 Bq.m<sup>-3</sup> et 1000 Bq.m<sup>-3</sup>, une de ces habitations se situe en dehors du bourg de Saint Pierre ;
- 5 maisons, dont 2 également investiguées par la CRIIRAD, présentent des concentrations de radon au dessus de 1000 Bq.m<sup>-3</sup>.

Les résultats des mesures de dépistage du radon menées par l'IRSN sont détaillés dans le Tableau 5.

Pour ce qui est des maisons réalisées en doublon, les résultats de l'IRSN confirment les résultats obtenus par la CRIIRAD.

Tableau 5 : Campagne IRSN de mesures du radon dans les habitations du bourg de Saint Pierre par l'IRSN

Localisation	Bâtiment	Date de pose des dosimètres	Date de dépose des dosimètres	Radon 222 (Bq.m <sup>-3</sup> )
Bourg de Saint Pierre	1	16/10/2006	10/01/2007	32
	2	17/10/2006	09/01/2007	5762
	3	16/10/2006	09/01/2007	6050
	4	17/10/2006	09/01/2007	931
	5	16/10/2006	09/01/2007	87
	6	16/10/2006	09/01/2007	66
	7	17/10/2006	09/01/2007	22
	8	16/10/2006	09/01/2007	121
	9	17/10/2006	09/01/2007	22
	10	17/10/2006	09/01/2007	1645
	11	17/10/2006	09/01/2007	1706
	12	18/10/2006	10/01/2007	2322
	13	17/10/2006	09/01/2007	475
	14	17/10/2006	10/01/2007	303
Hameaux hors du bourg	15	16/10/2006	09/01/2007	90
				114
	16	16/10/2006	09/01/2007	22
				26
	17	17/10/2006	10/01/2007	726
			643	
	18	17/10/2006	10/01/2007	136
				132

< 400 Bq.m<sup>-3</sup>
 Entre 400 et 1000 Bq.m<sup>-3</sup>
 >1000 Bq.m<sup>-3</sup>

### **Références réglementaires**

A l'heure actuelle, il n'existe pas de référence réglementaire dans le code de la Santé Publique s'appliquant au cas des bâtiments à usage privé. Cependant il est possible de se référer à l'arrêté du 22 juillet 2004 relatif à la gestion du risque radon dans les lieux ouverts au public, qui préconise deux seuils d'action :

- une première valeur de 400 Bq.m<sup>-3</sup>, au dessus de laquelle le propriétaire doit faire réaliser des actions simples visant à réduire l'exposition des personnes au radon ;

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 137/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

- une valeur de  $1000 \text{ Bq.m}^{-3}$ , au dessus de laquelle le propriétaire doit faire réaliser sans délai des actions simples visant à réduire l'exposition des personnes au radon. Ces actions sont suivies immédiatement d'un diagnostic du bâtiment et de travaux visant à ramener les concentrations de radon en deçà de  $400 \text{ Bq.m}^{-3}$ .

### **Suite donnée par l'IRSN**

Les résultats des mesures précédentes ont fait l'objet d'un courrier spécifique adressé à la DRIRE du Puy de Dôme le 13 février 2007 et relayé à la préfecture du Cantal. Dans ce courrier l'IRSN recommande a minima la mise en œuvre immédiate d'actions simples visant à réduire la concentration en radon. Pour les 5 maisons présentant les activités les plus élevées, ces mesures pourraient être suivies d'investigations complémentaires destinées à identifier la source et les voies d'entrée et de transfert du radon afin de pouvoir déterminer les actions de réhabilitation à mettre en œuvre.

Un rapport de dépistage a été transmis le 2 avril 2007 à chacun des occupants des 8 habitations présentant des concentrations de radon supérieures à  $400 \text{ Bq.m}^{-3}$ . L'IRSN a prévu d'envoyer également un rapport de dépistage aux occupants des autres habitations.

### **Observations sur les résultats**

Les valeurs maximales relevées ont été observées en majeure partie dans les maisons situées en haut du bourg non loin du cimetière et de l'ancien site.

La réalisation d'un diagnostic des bâtiments et d'investigations complémentaires devraient permettre d'indiquer l'origine du radon au même titre que les voies d'accès de ce gaz dans les maisons.

Il est à noter que le bourg se situe sur un sous-sol naturellement riche en éléments uranium et radium et qui favorise la migration du radon vers la surface (sables). Ainsi, les résultats obtenus ne préjugent pas de l'influence du site sur ces concentrations.

À titre de comparaison, de telles concentrations ont déjà pu être observées dans d'autres départements en dehors de toute zone d'exploitation minière. Ainsi, dans son rapport de 2000, l'IPSN relevait des valeurs de  $2\,594 \text{ Bq/m}^3$  en Corrèze,  $4\,964 \text{ Bq/m}^3$  en Creuse,  $4\,655 \text{ Bq/m}^3$  dans la Loire, en dehors de tout contexte minier

Les mesures détaillées précédemment ont conduit à identifier un ensemble de 8 maisons individuelles sur la commune de Saint-Pierre-du-Cantal nécessitant des interventions visant à réduire ces concentrations.

L'origine naturelle du radon dans les habitations a été confirmée lors des observations de terrain de l'IRSN au cours des travaux d'assainissement réalisés dans certains jardins du lotissement situé au Sud du site (cf. paragraphe 12.1) :

*Pour ce qui concerne la question relative à la nature des terrains constituant le soubassement des maisons, l'IRSN note que les observations et mesures effectuées en bordure des zones excavées tendent à démontrer la présence d'une faible épaisseur de terrains rapportés (quelques dizaines de cm) lors du terrassement en vue de la construction des maisons et l'absence de matériaux assimilables à des résidus. Les observations et mesures confirment la présence de matériaux naturels en place relativement riches en radioactivité naturelle (plusieurs  $\text{kBq.kg}^{-1}$ ) vraisemblablement à l'origine de la présence de radon dans ces bâtiments.*

Contrôles suite aux travaux de décaissement par Areva NC des parcelles du lotissement de Saint-Pierre (Cantal) : investigations géologiques et radiologiques ; IRSN ; février 2011 [37]

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 138/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

La DDASS Cantal a mandaté la société CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) pour réaliser des diagnostics dans ces habitations, qui permettront de préconiser des solutions techniques adaptées à chaque situation.

**Étant donnée l'origine naturelle du radon, la gestion des cas précédemment décrits ne sont pas de la responsabilité d'Orano. Les mesures réalisées, les recommandations faites par le CSTB et les suites données ne seront donc pas détaillées dans le présent bilan.**

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 139/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

# 14 CONCLUSIONS

## 14.1 CONCLUSIONS DE L'ANALYSE ENVIRONNEMENTALE

L'analyse environnementale issue de la recherche documentaire, des investigations de terrain et des analyses effectuées dans le compartiment aquatique, a mis en évidence :

- La présence au niveau des sites de Loubaresse et de Valiettes d'ouvrages de liaison fond-jour non obturés, qu'Orano se propose de sécuriser ;
- L'absence de risques liée à la présence de mines à ciel ouvert non remblayées ;
- La présence d'une digue de faible hauteur sur le site de Saint Pierre, dont la stabilité a été vérifiée et fait l'objet d'un suivi réglementaire,
- Pour le site de Saint Pierre du Cantal, faisant l'objet d'une surveillance réglementaire depuis l'arrêt de l'usine :
  - L'absence d'impact significatif au niveau du versant Nord du site, ainsi que le montre la surveillance du ruisseau du Combret en aval immédiat du site,
  - L'impact mesurable de minéralisations en place en sub-surface au niveau du versant Sud du site sur les eaux du puits Gérémy et du stand de tir,
  - La présence d'un affleurement dans la partie immergée Nord du lac, sans impact significatif sur la qualité des eaux du plan d'eau,
  - L'absence d'impact mesurable sur l'environnement proche du site, tant sur le débit de dose, les énergies alpha-potentielles des radons 220 et 222 et l'activité des poussières,
  - Le respect de la limite réglementaire de 1 mSv/an fixée pour la dose efficace ajoutée dans l'article R.1333-8 du Code de la santé publique, pour tous les scénarii et toutes les années, permettant de conclure de l'absence d'impact du site, y compris sur le vecteur chaîne alimentaire ;
  - La réalisation de tierce-expertise de la CRIIRAD et l'IRSN, dont certaines conclusions sont contradictoires entre les différents contributeurs, notamment en ce qui concerne l'origine de certains marquages ainsi que leurs méthodes de caractérisation ;
  - La réalisation d'une campagne de recensement de zones de présence de stériles miniers par prospection pédestre, à l'issue de laquelle aucune incompatibilité d'usages n'a été établie ;
- Pour les autres sites du Cantal, l'absence d'impact des sites de Loubaresse, Valiettes et Salvanhac sur le vecteur eau, tant en  $U_{sol}$  qu'en  $^{226}Ra_{sol}$  et en niveau radiométrique.

## 14.2 PROPOSITIONS D'ACTIONS COMPLÉMENTAIRES À METTRE EN ŒUVRE

Lors des visites de sites, il a été noté la présence au niveau des sites de Loubaresse et de Valiettes d'ouvrages de liaison fond-jour non obturés

Il s'agit :

- D'un travers-banc à Loubaresse
- D'un puits et de 2 travers-bancs sur le site de Valiettes.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 140/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

Afin d'envisager une possible intervention de mise en sécurité, une étude chiroptérologique a été menée en 2015 et 2016.

Ont été étudiés le travers-banc de Loubaresse et les 2 travers-bancs de Valiettes, le puits de ce dernier site n'étant pas propice à la présence de chiroptères.

4 prospections ont été menées, correspondant aux différentes saisons [38][39][40][41]. Plusieurs espèces protégées ont pu être observées dans le cadre de ces études.

Les modalités de fermeture proposées sont citées dans le paragraphe suivant :

*« La présence, au moins occasionnelle de chiroptères dans les galeries TB2 de Valiette et TB1 de Loubaresse implique l'impossibilité de sécurisation des galeries par foudroyage. En revanche, la galerie TB1 de Valiette, déjà partiellement effondrée, ne présente aucun enjeu pour les Chiroptères. Celle-ci pourra donc être foudroyée.*

*La galerie TB1 de Loubaresse possède globalement un faible enjeu pour les Chiroptères. La Circulaire DIE n°200 indique que « Dans le cas où un comblement des galeries et des puits par foudroyage et remblayage entrainerait une disparition irréversible de l'habitat, une demande de dérogation à l'interdiction de destruction d'espèces et d'habitat devra être déposée en application de l'article L. 411-2 du code de l'environnement ». Bien que l'enjeu y soit faible, cette galerie constitue un habitat de gîte pour une espèce de Chiroptères (Murin de Natterer) mais également potentiellement pour d'autres et à d'autres périodes de l'année de manière ponctuelle. Le foudroyage de la galerie nécessiterait donc un dossier de dérogation contrairement à la mise en sécurité par un système de barreaux horizontaux.*

*La Circulaire DIE n°200 du 14 octobre 2009 dresse la liste des espèces de Chiroptères qui ne tolèrent pas la pose de grilles à l'entrée de leur gîte « cas où la fermeture de la mine par une grille serait incompatible avec la présence des espèces de Chauves-souris ».*

Nom vernaculaire	Nom latin
Rhinolophe euryale	<i>Rhinolophus euryale</i>
Rhinolophe de Mehely	<i>Rhinolophus mehelyi</i>
Murin de Capaccini	<i>Myotis capaccinii</i>
Grand murin	<i>Myotis myotis</i>
Petit murin	<i>Myotis blythii</i>
Murin du Maghreb	<i>Myotis punicus</i>
Minioptère de Schreibers	<i>Miniopterus schreibersii</i>

*L'une des neuf espèces de chauves-souris observées dans les galeries au cours des quatre passages réalisés, le Grand murin (*Myotis myotis*) figure dans cette liste.*

*Ainsi, en ce qui concerne le travers-banc n°2 de Valiettes, au vu des données récoltées et des textes consultés, il ne serait pas possible de sécuriser l'accès au site par la pose d'un système de barreaux horizontaux. Cependant, selon l'expert chiroptérologue local, Lilian Girard de l'association « Chauve-Souris Auvergne », le Grand murin tolérerait en réalité très bien les barreaux horizontaux. Notamment quand il s'agit d'hibernation, avec un nombre faible d'individus. Ce type de dispositif a même permis la hausse des effectifs de l'espèce en Auvergne, sur certaines cavités sécurisées et ainsi tranquillisées.*

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 141/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

*La pose d'une grille à barreaux horizontaux dans le cadre de la sécurisation du travers-banc de Valiettes semble donc, non seulement envisageable pour de petits effectifs, mais permettrait aussi d'assurer la quiétude de la galerie.*

*Étant donné l'enjeu, le dispositif choisi devra veiller à ne pas modifier les conditions climatiques » de la cavité (mouvements d'air, humidité etc.). Aussi, les abords immédiats de l'entrée du travers-banc (végétation, arbres etc.) ne devront pas être impactés. Une grille sera donc préférée à un mur béton doté d'une lucarne et de barreau. »*

Le cahier des charges est à ce jour en cours de rédaction. Un avis technique a été demandé à la DREAL avant consultation des entreprises en date du 02 janvier 2018.

Il est à noter que les difficultés d'accès au niveau du travers-banc TB2 de Valiettes pourraient conduire à une proposition adaptée à la spécificité du site.

Le planning associé sera transmis en temps voulu à la DREAL.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 142/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## Références bibliographiques

- [1] L'Uranium des Deux Privés; P-G. GUIOLLARD, G. MILVILLE ; 2003
- [2] Les minerais uranifères français – Tome 3, deuxième volume ; F. KERVILLA ; 1965
- [3] Site de Saint-Pierre (Cantal) - Dossier de cessation activité et réaménagement (au titre des ICPE), SMJ, 2002
- [4] Site Internet de la Préfecture du Cantal: zonages et données de cadrage : <http://www.cantal.gouv.fr/zonages-et-donnees-de-cadrage-r517.html>
- [5] Site Internet Wikipédia – article sur le département du Cantal : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Cantal\\_%28d%C3%A9partement%29](http://fr.wikipedia.org/wiki/Cantal_%28d%C3%A9partement%29)
- [6] Site Internet Wikipédia – article sur les Monts du Cantal : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Monts\\_du\\_Cantal](http://fr.wikipedia.org/wiki/Monts_du_Cantal)
- [7] Site Internet Wikipédia – article sur la géographie du Cantal : [http://fr.wikipedia.org/wiki/G%C3%A9ographie\\_du\\_Cantal](http://fr.wikipedia.org/wiki/G%C3%A9ographie_du_Cantal)
- [8] Site Internet Wikipédia – article sur la démographie du Cantal : [http://fr.wikipedia.org/wiki/D%C3%A9mographie\\_du\\_Cantal](http://fr.wikipedia.org/wiki/D%C3%A9mographie_du_Cantal) \*
- [9] Site Internet Geo.cybercantal : <http://www.geo.cybercantal.net>
- [10] Site Internet Planète Auvergne : <http://www.planete-auvergne.com>
- [11] Site Internet Hydro-Banque : <http://www.hydro.eaufrance.fr/>
- [12] Site Internet Wikipédia – article sur lacs de barrages de France : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Liste\\_des\\_lacs\\_de\\_barrage\\_de\\_France](http://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_des_lacs_de_barrage_de_France) , et articles liés
- [13] Site Internet du Comité Français des Barrages et Réservoirs : <http://www.barrages-cfbr.eu/>
- [14] Site Internet de la Préfecture du Cantal: Atlas des territoires: Eau – Aménagement : <http://www.cantal.gouv.fr/amenagement-r659.html>

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 143/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

- [15] Site Internet de la DREAL Auvergne : Le patrimoine aquifère : <http://www.auvergne.developpement-durable.gouv.fr/le-patrimoine-aquifere-r466.html>
- [16] Réhabilitation de la mine de Saint-Pierre (Cantal) - Impact hydrogéologique – SMJ, ANTEA, décembre 2000
- [17] Site internet du MEEDDM : Plan National du Gestion des Matières et Déchets Radioactifs : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Le-plan-national-de-gestion-des.html>
- [18] Site internet de l'IRSN : Programme MIMAUSA : [http://www.irsn.fr/FR/base\\_de\\_connaissances/Environnement/surveillance-environnement/surveillance-mines-uranium/](http://www.irsn.fr/FR/base_de_connaissances/Environnement/surveillance-environnement/surveillance-mines-uranium/)
- [19] Contrôle radiologique après travaux de mise en sécurité de la mine orpheline de Salvanhac (15), PRP-CRI/SIAR N°2013-00172, IRSN, mars 2013
- [20] Études géotechniques préalables à la couverture des bassins de décantation des résidus fins, Centre Expérimental de recherches et d'études du Bâtiment et des Travaux Publics (CEBTP), 1991
- [21] Retenue des rejets – Étude géotechnique préalable de la digue, CEBTP, 1976
- [22] Étude géotechnique de stabilité de la digue à son état final, CEBTP, 1985
- [23] Surveillance de la digue, CEBTP, 1999
- [24] Bassin de décantation – Remblaiement – Saint Pierre du Cantal, CEBTP, 2000
- [25] Stabilité à long terme de la digue à stériles de Saint-Pierre (Cantal), ANTEA, janvier 2004
- [26] Assistance pour la surveillance de la digue de Saint-Pierre, Coyne-et-Bellier, mai 2012
- [27] Contrôles radiologiques préliminaires dans l'environnement de la mine d'uranium de St-Pierre-du-Cantal ; CRIIRAD ; 2004
- [28] Expertise 2006 / Phase 2 / Tome 1 / Milieu aquatique ; CRIIRAD, 2007
- [29] Expertise 2006 / Phase 2 / Tome 2 / Sols et relevés radiométriques ; CRIIRAD, 2007
- [30] Expertise 2006 / Phase 2 / Tome 3 / Radon ; CRIIRAD, 2007

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 144/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0



- [31] Assainissement du lotissement communal et gestion du risque radon à St Pierre (Cantal) ; CRIIRAD, 2010
- [32] État radiologique de l'environnement autour du site de St Pierre / Volet 1 : État des lieux et identification des investigations complémentaires à effectuer ; IRSN ; 2007 ; IRSN ; 2007
- [33] Campagne d'investigations complémentaires sur l'ancien site minier de St Pierre / Volet 2 de l'expertise relative à l'état radiologique du site ; IRSN ; 2007
- [34] Reporting des actions menées dans le cadre du volet 3 de l'expertise relative à l'état radiologique du site ; IRSN ; 2009
- [35] Radon : diagnostic techniques de maisons individuelles à St Pierre (Cantal) ; CSTB ; 2008
- [36] Consultation des membres du Groupe de Travail Technique de Saint-Pierre du Cantal ; Courrier de l'IRSN à l'attention de la DRIRE Puy-de-Dôme, en date du 02/02/2009 – réf. DEI/DIR/2009-017
- [37] Contrôles suite aux travaux de décaissement par Areva NC des parcelles du lotissement de Saint-Pierre (Cantal) : investigations géologiques et radiologiques ; IRSN ; février 2011
- [38] Sites de Valiettes et Loubaresse (Cantal) – Expertise chiroptérologique : Passage estival ; Rapport n°15.154 ; octobre 2015 ; MICA Environnement
- [39] Sites de Valiettes et Loubaresse (Cantal) – Expertise chiroptérologique : Passage automnal ; Rapport n°15.177 ; novembre 2015 ; MICA Environnement
- [40] Sites de Valiettes et Loubaresse (Cantal) – Expertise chiroptérologique : Passage hiver ; Rapport n°16.064 ; avril 2016 ; MICA Environnement
- [41] Sites de Valiettes et Loubaresse (Cantal) – Expertise chiroptérologique : Passage printanier ; Rapport n°16.117 ; juillet 2016 ; MICA Environnement

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 145/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

# Liste des figures, annexes et plans

## **FIGURES**

- Figure 1 : Relief et paysages du Cantal
- Figure 2 : Démographie du Cantal
- Figure 3 : Production cumulée : minerais et stériles du département du Cantal
- Figure 4 : Cartes des principaux aquifères de la région Auvergne
- Figure 5 : Sites miniers et bassins versants du département du Cantal
- Figure 6 : Résultats d'analyses Eau : Site de Saint-Pierre-du-Cantal
- Figure 7 : Résultats d'analyses Eau : Autres sites du Cantal
- Figure 8 : Résultats d'analyses Air : Site de Saint-Pierre-du-Cantal
- Figure 9 : Résultats d'analyses dans la chaîne alimentaire : Site de Saint-Pierre-du-Cantal
- Figure 10 : Site de Saint-Pierre-du-Cantal : Plan compteur avant travaux 1958
- Figure 11 : Site de Saint-Pierre-du-Cantal : Plan compteur après réaménagement 2002
- Figure 12 : Site de Saint-Pierre-du-Cantal : Plan des Servitudes d'Utilités Publiques mises en place dans le cadre de l'arrêté préfectoral n°2012-541 du 02 avril 2012

## **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 l'arrêté préfectoral n°2010-812 du 21 juin 2010 relatif à la réalisation d'un bilan environnemental des sites du Cantal

## **PLAN**

- Plan : situation des sites miniers uranifères exploités sur la région Auvergne

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 146/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

# 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.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 147/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## **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 (aujourd'hui Orano) 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 ( $\mu$ 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.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 148/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## **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.

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 149/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## **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%).

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 150/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0

## Sigles et abréviations

ANDRA	Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs
CEA	Commissariat à l'Energie Atomique
CESAAM	Centre d'Etudes et de Suivi des Anciennes Activités Minières
CFM	Compagnie Française de Mokta
CIM	Compagnie Industrielle Minière
COGEMA	Compagnie Générale des MATières nucléaires
DAM	Direction de l'Après-Mines
DDASS	Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales
DEAA	Dose Efficace Ajoutée Annuelle
DPPR	Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DRIR	Direction Régionale de l'Industrie et de la Recherche
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
IPSN	Institut de Protection et de Sureté Nucléaire
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
OPRI	Office de Protection contre les Rayonnements Ionisants
RESS	société pour la Recherche et l'Exploitation du Sous-Sol
RGIE	Règlement Général des Industries Extractives
SIMO	Société Industrielle des Minerais de l'Ouest
SMAC	Société des Mines de bitume et d'Asphalte du Centre
SPP2 et SPP $\gamma$	Scintillomètre Portatif de Prospection
TB	Travers-banc
TMS	Travaux Miniers Souterrains
TRPC	Travaux de Reconnaissance par Petit Chantier

Bilan environnemental – Sites miniers du Cantal	12/01/2018	Page : 151/150
Rédacteur : Nadine HIMEUR	Vérificateur : Victoire LUQUET DE SAINT GERMAIN	Version 1.0