



# **BILAN ENVIRONNEMENTAL**

# Sites miniers de la Lozère

# **AREVA**

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

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 1/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

# **Préambule**

Le présent document a été rédigé conformément aux dispositions prévues dans l'arrêté préfectoral n°2010-139-0004 du 19 mai 2010, prescrivant à AREVA la réalisation d'un bilan environnemental sur les anciens sites de la concession de GRANDRIEU, du permis d'exploitation du CROS, du permis d'exploitation de MONTALBERT et des travaux de recherches par petit chantier sur le département de la Lozère.

Ce bilan comporte dix chapitres répondant successivement aux exigences énumérées dans l'article 2 de l'arrêté préfectoral susvisé.

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

Les onze chapitres de ce bilan concernent :

- Chapitre 1 : une présentation générale des activités minières et industrielles de la Lozère 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 (résidus de traitement du minerai, stériles et produits de démantèlement).
- 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 de la Lozère, accompagnées de propositions d'actions correctives à mettre en œuvre et de la description du programme de gestion des stériles mis en place par AREVA NC dans le cadre de l'axe 3 de la circulaire du 22 juillet 2009.

Remarque : Les sites de Dévès 1 et 2, La Poudrière (Concession de Grandrieu) et Pratlong (Ex Permis d'exploitation de Plaisance-Pratlong), non visés par l'annexe joint à l'arrêté préfectoral ont été pris en compte dans ce bilan.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 2/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

# **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 8. De plus, un glossaire général et une liste des sigles et abréviations utilisés sont présentés aux pages 142 et 148.

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

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 3/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

# **Sommaire**

Ge	énéralit	és concernant la radioactivité	8
1	PRE	ESENTATION GENERALE DES ACTIVITES MINIERES ET INDUSTRIELLES DE LA	
LC	ZERE		
	1.1	SITUATION GEOGRAPHIQUE	
	1.2	HISTORIQUE	12
2	PRE	SENTATION GENERALE DE L'ENVIRONNEMENT DES SITES	15
	2.1	CONTEXTE GEOLOGIQUE	15
	2.1.	1 Géologie des terrains uranifères	15
	2.1.	2 Tectonique	16
	2.1.		
	2.1.	Fond radiométrique régional	18
	2.2	ENVIRONNEMENTS PAYSAGERS ET DEMOGRAPHIQUES	18
	2.2.	Reliefs et paysages à l'échelle départementale	18
	2.2.	2 Démographie du département	19
	2.3	CONTEXTE CLIMATIQUE	20
	2.3.	1 Pluviométrie	20
	2.3.	2 Neige	22
	2.3.	3 Températures	23
	2.3.	4 Vents	23
	2.4	CONTEXTE HYDROLOGIQUE	24
	2.4.	1 Bassins versants	24
	2.4.	2 Débits des cours d'eau	25
	2.4.	3 Utilisation des eaux	26
	2.5	CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE	27
3	CAE	DRE REGLEMENTAIRE	29
	3.1	REGLEMENTATION EN VIGUEUR	29
	3.1.	1 Polices sectorielles	29
	3.1.	Polices transversales	37
	3.1.	Tableau de synthèse des polices applicables aux sites miniers	38

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 4/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

	3.2 PL/	ANS D'ACTIONS DE L'ETAT	39
	3.2.1	Plan National de Gestion de Matières et Déchets Radioactifs (PNGMDR)	39
	3.2.2	MIMAUSA	40
	3.2.3	Circulaire du 22 juillet 2009 sur la gestion des anciennes mines d'uranium	40
4	EXPLOI	TATION MINIERE ET TRAITEMENT DES MINERAIS	42
	4.1 LES	S METHODES D'EXPLOITATION	42
	4.1.1	Les travaux de reconnaissance	42
	4.1.2	Exploitation à ciel ouvert	42
	4.1.3	Exploitation souterraine	43
	4.2 LE	TRAITEMENT DU MINERAI	46
	4.2.1	Traitement dynamique	47
	4.2.2	Traitement des minerais pauvres par lixiviation statique en tas	49
5	PRESE	NTATION DES SITES MINIERS	51
	5.1 GE	NERALITES	51
	5.2 SIT	UATION REGLEMENTAIRE DES SITES ET INSTALLATIONS ARRETEES	53
	5.2.1	Titres miniers	53
	5.2.2	Situation administrative relative à la fermeture des sites	53
	5.3 SIT	ES MINIERS ET BASSINS VERSANTS	54
	5.4 PR	ESENTATION DES SITES	55
	5.4.1	Bassin versant de l'Allier	56
	5.4.2	Bassin versant de la Truyère	
	5.4.3	Bassin versant du Tarn	64
6	RESIDU	S ET DECHETS D'EXPLOITATION	66
	6.1 LES	S STERILES MINIERS	66
	6.1.1	Généralités – Teneur en uranium	
	6.1.2	Réaménagement des verses à stériles	67
	6.1.3	Réutilisation particulière des stériles	
		S RESIDUS DE TRAITEMENT	
		S PRODUITS DE DEMOLITION DE L'USINE	
	6.4 LES	S BOUES DE STATION	70
7	EVALUA	ATION DES IMPACTS EN TERME DE SECURITE PUBLIQUE	72
-	_	RODUCTION	

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 5/148	
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0	

	7.2 LES	RISQUES LIES AUX TRAVAUX SOUTERRAINS	73
	7.2.1	Les ouvrages de liaison fond-jour	73
	7.2.2	Les infrastructures et chantiers souterrains	75
	7.3 LES	RISQUES LIES AUX MINES A CIEL OUVERT	78
	7.4 LES	S RISQUES LIES AUX VERSES A STERILES	78
8	EVALUA	TION DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT	80
	8.1 IMF	ACT SUR LE VECTEUR EAU	
	8.1.1	Voie de contamination sur le milieu aquatique	80
	8.1.2	Valeurs de référence « milieu naturel »	82
	8.1.3	Analyse par bassin versant de l'impact réel sur le milieu aquatique	83
	8.1.4	Bilan des impacts sur le milieu aquatique	97
	8.2 IMF	ACT SUR LE VECTEUR AIR	98
	8.2.1	Voies de contamination de l'air	98
	8.2.2	Surveillance de la qualité radiologique de l'air	99
	8.2.3	Résultats de la surveillance de la qualité de l'air	100
	8.3 IMF	ACT SUR LA CHAINE ALIMENTAIRE	102
	8.3.1	Voies de contamination de la chaîne alimentaire	102
	8.3.2	Contrôles de la chaîne alimentaire	102
	8.3.3	Résultats des contrôles de la chaîne alimentaire	103
9	EVALUA	TION DE LA DOSE EFFICACE AJOUTEE	105
	9.1 PR	NCIPE DE L'EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES	105
	9.2 RIS	QUES RADIOLOGIQUES	105
	9.3 LA	NOTION DE DOSE EFFICACE	106
		THODE D'EVALUATION DE LA DOSE EFFICACE AJOUTEE DANS NNEMENT PROCHE DES SITES	107
	9.4.1	Voies d'exposition à considérer	107
	9.4.2	Détermination des groupes de référence	108
	9.4.3	Calcul de la dose efficace annuelle ajoutée	108
10	MESUR	ES PRISES POUR REDUIRE LES IMPACTS	112
	10.1 REI	DUCTION DES IMPACTS SUR LE VECTEUR AIR	112
	10.1.1	Site du Cellier	112
	10.1.2	Site du Villeret	114
	10.1.3	Site des Pierres Plantées	115
	10.1.4	Site des Bondons	116

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 6/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

10.1.5	Site de Saint-Alban	117
10.1.6	Sites du Sapet et de Pratlong	117
10.1.7	Sites des Devès, la Poudrière, la Rouchette, Arzenc- La Pique	118
10.1.8	Les stériles miniers	118
10.2 F	REDUCTION DES IMPACTS SUR LE VECTEUR EAU	119
10.2.1	Site du Cellier	119
10.2.2	Site du Villeret	126
10.2.3	Autres sites	126
11 CONC	CLUSIONS	129
11.1 C	CONCLUSIONS DE L'ANALYSE ENVIRONNEMENTALE	129
11.2 N	MESURES PRISES POUR REDUIRE LES IMPACTS	130
11.2.1	Surveillance des sites	130
11.2.2	Mesures prises suite à la visite de la DRIRE des 21 et 22/09/2009	131
11.3 F	PROPOSITION D'ACTIONS CORRECTIVES A METTRE EN ŒUVRE	132
11.4	GESTION DE STERILES MINIERS	133
11.5 II	NFORMATION DU PUBLIC	135
Références	s bibliographiques	136
Liste des e	xpertises des sites de Lozère depuis la fin des travaux de reamenagement	137
Liste des F	igures, Annexes et Plans	140
Glossaire		142
Sigles et al	oréviations	148

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 7/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

# 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).

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 8/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

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

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

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

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

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

# Les différents types de désintégrations

- Le rayonnement alpha est émis par des atomes dont les noyaux possèdent un trop grand nombre de nucléons (neutrons <u>et</u> 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 <u>ou</u> de neutrons est en excès. Pour se stabiliser, le proton en surplus se transforme en neutron avec émission d'un positon (rayonnement bêta plus) <u>ou bien</u> 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.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 9/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

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<sup>9</sup> Bq = 1 gigabecquerel (1 GBq)

1.10<sup>12</sup> Bq = 1 térabecquerel (1 TBq)
```

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

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

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

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

# La notion d'activité

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

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

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 10/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

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

On a donc : 
$$1 \text{ Ci} = 3.7.10^{10} \text{ Bq} = 37 \text{ GBq}$$

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

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

Cela signifie que ce volume de terre « émet » une <u>radioactivité naturelle</u> 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.

# 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
	2 à 6 Bq/l
Eau minérale naturelle	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

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 11/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

# 1 PRESENTATION GENERALE DES ACTIVITES MINIERES ET INDUSTRIELLES DE LA LOZERE

# 1.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le périmètre concerné par ce bilan environnemental couvre l'ensemble des activités minières et industrielles uranifères passées sur le territoire du département de la Lozère.

Ces activités peuvent être regroupées en trois zones (plan n°1) :

- La zone « Nord-Est de la Lozère », possédant la quasi-totalité des sites miniers, située dans le Massif de la Margeride. Elle couvre les communes de ST-JEAN-LA-FOUILLOUSE, GRANDRIEU, ARZENC-DE-RANDON.
- La zone « Nord de la Lozère », comprenant le site de St-Alban-sur-Limagnole situé sur la commune de ST-ALBAN-SUR-LIMAGNOLE, et le site de Pratlong, situé sur la commune de JAVOLS.
- Le site des Bondons, dans le centre du département, situé sur la commune des BONDONS.

Le département de la Lozère comporte : 12 sites miniers uranifères, et une ancienne usine de traitement de minerai associée à des aires de lixiviation statique du minerai et à un stockage de résidus de traitement statique du minerai, correspondant à une ICPE (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement).

# 1.2 HISTORIQUE [1]

En 1945, le Général de Gaulle crée le Commissariat à l'Energie Atomique (CEA).

En juin 1952, le gouvernement Pinay adopte un plan quinquennal de développement de l'énergie atomique avec la participation de l'industrie privée. Certains secteurs du territoire français dont la Lozère, ont ainsi été, retirés du monopole du Commissariat à l'Energie Atomique (CEA).

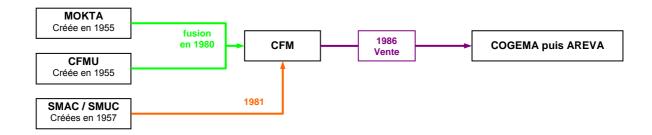
Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 12/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Ainsi depuis les années 1950, des entreprises individuelles ou des sociétés à capitaux privés se sont lancées dans la recherche et l'exploitation de l'uranium dans le département de la Lozère. En ce qui concerne le traitement des minerais, des relations étroites entre le CEA et ces sociétés privées avaient déjà été établies. Les acteurs originels de ces activités pour la Lozère, issus pour la plupart des grands groupes, et leurs évolutions structurelles sont ainsi décrits :

# Groupe IMETAL:

- 1955 : Création par le CEA, SLN (Société Le Nickel), PENARROYA, PECHINEY, KUHLMANN, HUARAN et ROTSHILD, de la Compagnie Française des Minerais d'Uranium (CFMU).
  Création de la société Mokta (MOKTA).
- 1956 : La Société des Mines de Bitume et d'Asphalte du Centre (SMAC) entreprend des travaux de prospections uranifères.
- 1960 : La SMAC forme avec la CFMU un syndicat de recherche transformé en Société Minière de l'Uranium du Centre (SMUC).
- 1971: SLN et PEÑARROYA s'unissent dans un holding IMETAL et absorbent MOKTA.
- 1981 : IMETAL fusionne la CFMU et MOKTA pour former la Compagnie Française de Mokta (CFM).
- 1986: Vente de CFM à COGEMA.

Le schéma suivant synthétise les évolutions des différents acteurs privés de la prospection et exploitation de l'uranium en Lozère :



En 2001, COGEMA devient filiale d'AREVA NC et depuis 2005, le suivi environnemental des sites est assuré par le CESAAM (Centre d'Etude et de Suivi des Anciennes Activités Minières), rebaptisé DAM (Direction de l'Après-Mines) en 2010, située à Bessines-sur-Gartempe (87).

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 13/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Le département de la Lozère a vu l'exploitation, de 1956 à 1990, d'un ensemble de gisements uranifères granitiques – à l'exception d'un site exploité dans des terrains métamorphiques – qui ont produit 4 383 tonnes d'uranium métal à partir de 5 885 861 tonnes de minerai d'une teneur moyenne de 0,74‰ (0,74 kg d'uranium par tonne). L'exploitation du minerai s'est faite par mines à ciel ouvert pour la majorité des sites, et travaux miniers souterrains ou travaux de reconnaissance pour les sites de plus petite taille, souvent antérieurs à 1982.

Sites miniers	Types d'exploitations
Le Cellier	TMS + MCO
Le Villeret	TMS + MCO
Le Devès 1	Tranchée
Le Devès 2	Tranchée
La Poudrière	Tranchée
Les Pierres Plantées	TMS + MCO
La Rouchette	Tranchée
Le Sapet	TRPC
Arzenc- La Pique	Tranchée
Les Bondons	MCO
St-Alban	MCO
Pratlong	TRPC

L'exploitation minière en Lozère par les différentes compagnies minières se répartie de la manière suivante :

Compagnies minières	Sites miniers
C.F.M.	Le Cellier, Le Villeret, Les Devès, Les Bondons
C.F.M.U.	Le Cellier, Les Pierres Plantées, Le Sapet, La Rouchette, Les Devès, La Poudrière, Arzenc-La Pique, Pratlong, St Alban sur Limagnole

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 14/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

# 2 PRESENTATION GENERALE DE L'ENVIRONNEMENT DES SITES

# 2.1 CONTEXTE GEOLOGIQUE [2] et [3]

Les secteurs d'exploitation de l'uranium en Lozère sont situés sur le massif cristallin de la Margeride et sur les terrains métamorphiques en périphérie du granite du Mont Lozère, dans la partie sud-est du Massif Central (annexe 5.1). Cette région granitique de la Margeride se situe au carrefour de quatre zones principales :

- au Nord-Ouest, le plateau volcanique de l'Aubrac,
- au Nord-Est, le massif granitique et volcanique du Velay,
- au Sud-Est, le massif métamorphique des Cévennes et le massif granitique du Mont Lozère,
- au Sud, les terrains sédimentaires des Causses.

Le massif de la Margeride est le plus grand batholite granitique affleurant en France.

Quelques petits bassins sédimentaires d'âge tertiaire affleurent à l'ouest de la Margeride. Ils sont localisés au niveau de fossés d'effondrement dans le granite, les limagnes, comblés par des sédiments continentaux tertiaires, notamment dans la région de St-Chely-d'Apcher.

De très nombreux indices uranifères ont été mis en évidence lors des diverses prospections, principalement au sein des terrains granitiques, mais aussi dans une partie des terrains métamorphiques et sédimentaires tertiaires.

# 2.1.1 Géologie des terrains uranifères

• Le domaine granitique de la Margeride

Le granite de la Margeride affleure dans la moitié nord du département. Pour la plus grande partie, il s'agit d'un granite porphyroïde relativement homogène mais souvent très orienté. L'âge de ce granite est estimé entre 323 (+/- 12 Ma) et 334 (+/- 7 Ma). Il comprend des intrusions massives de leucogranites. Les principales sont celles de Grandrieu, de la région de St-Chely-d'Apcher et de St-Christophe-d'Allier. Le granite de la Margeride présente également des enclaves de diorites quartziques, des vaugnérites, des filons de microgranite et de rhyolite, des porphyrites et des kersantites.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 15/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

## • Le leucogranite intrusif de Grandrieu

Le massif de Grandrieu se situe sur la bordure orientale du massif de la Margeride. Il est constitué par un leucogranite (appelé granite à 2 micas), daté de 305 +/- 9 Ma. Ce leucogranite se présente sous divers aspects, à grain fin ou moyen et phénocristaux d'orthose, en aplites et en faciès aplitopegmatitiques. Il montre parfois une discrète orientation, soulignée par des lits à biotite discontinus.

D'un point de vue minéralogique, ce leucogranite comprend du quartz, du plagioclase, du feldspath potassique perthitique, de la biotite, de la muscovite, ainsi qu'andalousite, cordiérite (très rare), zircon, apatite, oxydes de fer et de titane, tourmaline.

Immédiatement après la mise en place du granite de la Margeride, ce dernier a été le siège d'effondrements, probablement à l'aplomb de chambres magasins, permettant la mise en place des leucogranites, sous forme de sills ou de filons. La morphologie des leucogranites correspond à une mise en place de type « Caldron Subsidence ». Celui de Grandrieu présente une morphologie en sill sub-horizontal de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur découpé par des failles N150-160.

Les contacts avec le granite porphyroïde sont toujours très tranchés, parfois soulignés par des grains de quartz globuleux. Dans le granite porphyroïde les mégacristaux de feldspath potassique peuvent s'orienter parallèlement au contact.

# • Les terrains métamorphiques

Le gisement des Bondons est entièrement localisé dans des terrains métamorphiques d'origine sédimentaire d'âge cambro-ordovicien. Il est situé dans l'auréole de métamorphisme provoquée par l'intrusion du massif granitique du Mont Lozère au Carbonifère supérieur. Cette série métamorphique est constituée principalement de pélites gréseuses (micaschistes), avec présence de schistes noirs et de bancs métriques de quartzites noirs non graphiteux.

Des cartes géologiques et structurales sur fond IGN sont présentées en annexe 5.

# 2.1.2 Tectonique

Le massif leucogranitique de Grandrieu est découpé par plusieurs couloirs de failles en décrochement qui forment des lanières NW-SE sur lesquelles sont alignés les principaux gisements et indices. De nombreuses occurrences de granite porphyroïde affleurent dans ces lanières. Ces accidents semblent conjugués avec le grand cisaillement sénestre de Villefort, dont le jeu est rattaché aux phases ultimes des grands chevauchements hercyniens du Massif Central.

Le leucogranite de Grandrieu se situe dans un domaine caractérisé par l'existence d'accidents de direction NW-SE, selon trois couloirs principaux de décrochement : deux encadrant le leucogranite, le troisième le recoupant. Entre les couloirs de cisaillement, il existe des zones où les fractures déterminent de grands losanges délimités par des failles N170, N145 et N40.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 16/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

# 2.1.3 Caractéristiques de la minéralisation

# Dans les massifs granitiques

Au sein des massifs granitiques, les minéralisations uranifères se présentent surtout sous la forme d'amas ou corps minéralisés qui se sont développés dans les zones situées le long d'accidents tectoniques, et/ou au niveau de contacts entre granite porphyroïde et leucogranite.

Ces minéralisations, essentiellement sous forme d'imprégnations de produits secondaires, se sont mises en place soit sur des zones broyées, soit dans une « roche magasin » (épisyénite/feldspathite), créée par des altérations hydrothermales post-magmatiques.

La minéralisation primaire est constituée de pechblende, produits noirs (coffinite), qui suite à des phénomènes d'altération superficielle sont transformés en produits jaunes (autunite).

## Dans le contexte des bassins sédimentaires continentaux

Le gisement de St-Alban-sur-Limagnole se trouve en bordure d'un petit bassin sédimentaire d'âge Oligocène, au contact du granite porphyroïde et du leucogranite. Les concentrations uranifères (autunite) se concentraient dans le granite arénisé sous une couche de 1 à 2 m de sédiments tertiaires.

Au sein des terrains granitiques, la teneur des minerais extraits est comprise entre 0,17 ‰ et 6 ‰ pour une teneur moyenne de 1,6 ‰.

# Dans les roches métamorphiques

Au sein des terrains métamorphiques, les minéralisations en uranium sont liées à une préconcentration anté ou syn-métamorphique dans les terrains sédimentaires. Ensuite plusieurs types d'altération se sont succédés : altérations hydrothermales liées à la mise en place des granites et filons magmatiques, et altérations liées aux eaux météoriques anciennes (Permien) ou récentes. La minéralisation est disséminée dans la zone réduite au contact de la zone d'altération oxydée et rubéfiée. Les zones les plus riches se situent au niveau des couloirs broyés et des zones argileuses fracturées, à proximité d'un sill peu épais de Leucogranite.

La seule minéralisation visible est dans les premiers mètres sous la surface. Elle est constituée d'autunite et de chalcolite. Les zones les plus riches sont situées au niveau des zones mylonitisées et dans de petites diaclases, subparallèles à la schistosité.

Au sein des terrains métamorphiques, la teneur des minerais extraits est comprise entre 0,48 % et 1 % pour une teneur moyenne de 0,64 %.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 17/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

# 2.1.4 Fond radiométrique régional

Les variations radiométriques des différents secteurs géographiques ont été mises en évidence à partir des visites de terrain effectuées en 2009. Elles sont essentiellement liées aux différenciations pétrographiques des terrains. Elles sont présentées dans le tableau suivant :

Sites miniers	Géologie	Ordre de grandeur du fond radiométrique (en chocs/seconde SPP2)
Le Cellier	Leucogranite à grain fin ou moyen	180
Le Villeret	Leucogranite à grain fin ou moyen	180
Le Devès 1	Leucogranite à grain fin ou moyen	100 – 130
Le Devès 2	Leucogranite à grain fin ou moyen	110 – 120
La Poudrière	Leucogranite à grain fin ou moyen	80 – 110
Les Pierres Plantées	Leucogranite à grain fin ou moyen	100 – 130
La Rouchette	Leucogranite à grain fin ou moyen	130 – 150
Le Sapet	Leucogranite à grain fin ou moyen	100 – 130
Arzenc – La Pique	Filon de leucogranite à grain fin ou moyen	120 – 140
Les Bondons	Micaschistes	130 – 140
St-Alban-sur-Limagnole	Granite porphyroïde arénisé	150 – 200
Pratlong	Granite à 2 micas arénisé	120 – 200

# 2.2 ENVIRONNEMENTS PAYSAGERS ET DEMOGRAPHIQUES

# 2.2.1 Reliefs et paysages à l'échelle départementale [4]

Le département de la Lozère offre une grande variété de paysages. C'est le département le plus haut de France en moyenne, avec 979 m d'altitude. Le relief est plutôt constitué de plateaux arrondis et mamelonnés (voir figure 1). Avec ses 437 rivières naissantes, la Lozère est le département des sources.

Du fait de l'altitude, du climat et des terres rencontrées, la Lozère est plus un pays d'élevage que de cultures. Cinq grands ensembles de paysages peuvent être individualisés : l'Aubrac, la Margeride (le plus représenté sur le département de la Lozère), la vallée du Lot, les Cévennes et les Grands Causses.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 18/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

**L'Aubrac**, se rencontrant à l'extrémité occidentale du département, est un plateau volcanique d'altitude variant entre 1 000 et 1 470 m, et dominant les boraldes (ruisseaux) de la vallée du Lot. L'élevage bovin y est important. L'Aubrac offre un paysage dénudé de prairies et de landes. La transition avec la Margeride se fait par des reliefs plus élevés.

La Margeride, formant un plateau granitique arrondi et bosselé situé entre 1 000 et 1550 m d'altitude, couvre la partie nord du département. Une longue crête massive et arrondie parcourt tout le massif selon un axe NW-SE, à une altitude de 1500 m. Les rivières Truyère et Allier y prennent leur source. La Margeride est limitée à l'Est par les gorges de l'Allier et au Sud par la vallée du Lot. Les boisements sont dominants et constitués majoritairement de pins sylvestres. Les transitions avec les milieux ouverts (prairies et cultures) sont douces.

Les Cévennes schisteuses offrent un relief vigoureux, avec des pentes ravinées sculptées par les gardons et le Chassezac. Le Lot, le Tarn et la Jonte prennent leur source dans les granites du Mont Lozère et de l'Aigoual au cœur des Cévennes.

**Les Grands Causses**, plateaux calcaires représentant la partie Sud-Ouest du département, s'élèvent entre 900 et 1 250 m d'altitude. Ils sont délimités par les gorges du Tarn et de la Jonte.

La vallée du Lot se situe au carrefour de ces quatre entités. Le Lot et ses affluents dessinent des formes de reliefs spectaculaires, propres à chaque unité recoupée.

# 2.2.2 Démographie du département

Dans le centre du département ainsi que dans la partie occidentale de la Margeride, l'urbanisation quoique faible est plus développée du fait d'infrastructures importantes, de terres plus fertiles et d'un climat moins rigoureux.

L'axe autoroutier A75, traversant le département du Nord au Sud, permet de rallier les villes de Clermont-Ferrand et Montpellier en 2 heures, permettant ainsi le développement des activités locales. La moitié des zones d'activités du département se situent sur les abords de l'A75.

La Lozère est le département français le moins peuplé, avec 76 806 habitants recensés en 2006, 72 825 en 1990 et 74 825 en 1975. La densité de population est en moyenne de 14,9 habitants/km². Dans l'Aubrac, elle n'est que de 7 habitants/km² (source : INSEE – Statistiques Locales).

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 19/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

# 2.3 CONTEXTE CLIMATIQUE [5] et [6]

La Lozère est à un carrefour climatique important avec des influences venues de la Méditerranée et de l'Atlantique.

A l'Ouest, les plateaux de l'Aubrac sont soumis à une influence sub-océanique froide et humide. Les perturbations sont régulières et particulièrement actives.

Au Nord du département (Margeride), le climat est subcontinental et froid. Malgré de fréquents orages de mai à octobre, cette région est plutôt sèche.

La partie Sud-Est de la Lozère a un climat méditerranéen humide. Les pluies d'octobre sont 5 à 8 fois plus importantes que celles de juillet. La douceur des températures est altérée par l'altitude. Les reliefs sont particulièrement ventés.

Tout le reste du département appartient à la façade atlantique, la barrière cévenole rendant les influences méditerranéennes insignifiantes. Le climat est assez proche de celui de l'Auvergne. Les températures sont assez basses tout au long de l'année. Les hivers sont longs et neigeux.

Le centre et le Sud-Ouest du département combine toutes ces influences, mais restent relativement secs.

# 2.3.1 Pluviométrie

La pluviométrie de la Lozère est dépendante du relief. Le tableau présente les précipitations moyennes sur l'ensemble du département.

Secteurs	Précipitations moyennes
Margeride (Nord du département)	entre 700 et 1 000 mm/an
Aubrac (Ouest du département)	entre 1 000 et 1 600 mm/an
Vallée du Lot (Centre du département)	entre 800 et 900 mm/an
Cévennes (Sud-Est du département)	entre 1 200 et 2 200 mm/an
Grands Causses (Sud-Ouest du département)	entre 800 et 1 000 mm/an

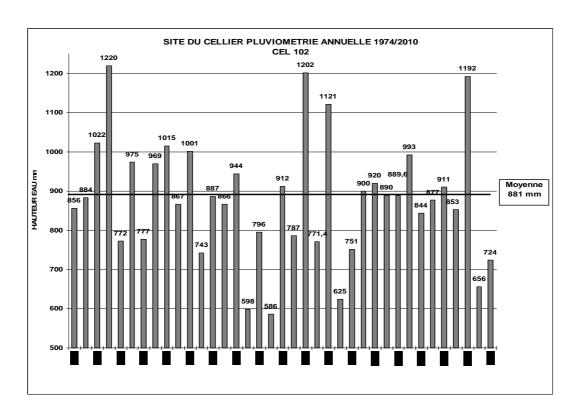
Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 20/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Les flux méditerranéens apportent de fortes précipitations se produisant souvent en automne, déclenchant les épisodes cévenols. Ainsi, au Mont Aigoual (limite Lozère – Gard), les records français de pluviométrie ont été enregistrés : en 1913 avec 4 017 mm de pluie sur l'année ; en janvier 1996 avec 1 042 mm tombés en 1 mois.

Les flux océaniques concernent la partie Ouest du département (Aubrac) et apportent également de fortes précipitations.

Dans le Nord du département, les précipitations atlantiques ou méditerranéennes sont moins importantes, du fait que les perturbations se soient déjà déchargées respectivement sur l'Aubrac et les Cévennes.

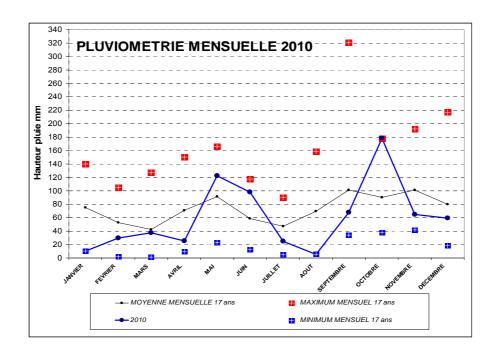
Un pluviomètre installé sur le site du Cellier est relevé quotidiennement. Le graphique ci-après résume les données en cumul annuel depuis 1974 jusqu'à 2010 :



Sur le site du Cellier, la moyenne annuelle de la pluviométrie est de 881 mm sur 37 ans.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 21/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Le graphique ci-après représente la pluviométrie mensuelle pour 2010, ainsi que les minima, moyennes et maxima relevés depuis 17 ans :



Les périodes les plus pluvieuses se situent en avril-mai et en septembre-octobre. Le maxima relevé est de 320 mm en septembre. L'étiage va de janvier à juillet-août.

Sur la période 1993-2010, le maximum enregistré sur 24 heures et de 119 mm le 23/09/1994.

Sur le site des Bondons, les précipitations annuelles moyennes sont de 1 300 mm sur 22 ans. La période la plus arrosée s'étend du mois d'octobre jusqu'en février-mars. Les mois d'octobre, décembre et janvier reçoivent les plus fortes précipitations. Les mois les plus secs sont ceux de juin, juillet et août, avec un minimum en juillet voisin de 50 mm. Le plus fort cumul exceptionnel a été relevé en janvier 1996 avec 868 mm. Les précipitations maximales sur 24 h dans le secteur peuvent atteindre 250 mm.

# **2.3.2** Neige

Compte tenu de l'altitude élevée de la région, la neige tient une place importante dans la climatologie locale.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 22/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Sur le site du Cellier (altitude 1 200 m) la hauteur moyenne annuelle de neige depuis 14 ans est de 980 mm. Les premières chutes se produisent début novembre pour s'intensifier à partir de janvier jusqu'à mars. Les dernières chutes surviennent début mai. Depuis 17 ans, le nombre de jours de chutes de neige oscille de 6 à 27 par an.

Le secteur des Bondons reçoit les premières chutes de neige, en général, vers la deuxième quinzaine d'octobre, les dernières peuvent se produire à la fin du mois de mai. Le nombre moyen annuel de jours avec chutes de neige est de 30. C'est janvier qui connaît le nombre moyen de jours de neige le plus élevé, suivi par les mois de février et mars.

# 2.3.3 Températures

Les températures en Lozère s'étagent en fonction du relief. Le tableau présente les températures moyennes sur l'ensemble de la région.

Secteurs	Températures moyennes
Margeride (Nord du département)	< 9 °C
Cévennes (Sud-Est du département)	9 °C

La période froide s'étend de novembre à mars, avec des températures minimales moyennes inférieures à 0°C. Le mois le plus froid est janvier. Le nombre moyen de jours de gel par an varie entre 82 et 115.

La période chaude va de juin à septembre avec des températures maximales moyennes supérieures à 19°C. Juillet et août sont les mois les plus chauds de l'année.

L'hiver semble bien caractérisé par une influence prépondérante d'un climat continental, alors que l'été est marqué par une remontée du climat méditerranéen.

# 2.3.4 Vents

Les vents dominants de Lozère proviennent majoritairement du Nord/Nord-Ouest ou du Sud en fonction des influences climatiques. Aucune station de mesure n'étant présente en Lozère, les moyennes recensées à la station la plus proche (celle du Mont Aigoual (Gard)), font état de vents inférieur à 8 m.s<sup>-1</sup> en moyenne. Ces vents inférieurs à 8 m.s<sup>-1</sup> représentent 58 % des vents. Les vents de vitesse comprise entre 5 et 8 m.s<sup>-1</sup> représentent 25 % des vents.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 23/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

# 2.4 CONTEXTE HYDROLOGIQUE

# 2.4.1 Bassins versants

Les gisements exploités et les travaux de recherches sont répartis sur plusieurs bassins versants (figure 2) :

- 9 sites sont localisés sur le bassin versant de la rivière Chapeauroux, affluent rive gauche de l'Allier,
- 2 sites appartiennent au bassin versant de la Truyère, affluent rive droite du Lot,
- 1 site appartient au bassin versant du Briançon, affluent rive droite du Tarn.

**Le bassin versant du Chapeauroux**, d'une surface totale de 387 km², se situe dans la partie nordest du département et couvre une bonne partie de la Margeride. Le Chapeauroux est un affluent de l'Allier, en rive gauche. Les zones concernées par les exploitations minières sont localisées en rive gauche du Chapeauroux, sur un tronçon d'environ 36 km situé entre Arzenc-de-Randon, en amont, et Laval-Atger, en aval. Le Chapeauroux est alimenté par plusieurs ruisseaux, dont notamment de l'amont vers l'aval :

- le ruisseau de la Fouillouse,
- le ruisseau de Merdaric.
- la rivière de Grandrieu.
- le site d' Arzenc La Pique se situe en amont de ces trois cours d'eau.
- cinq sites (Les Devès 1 et 2, Le Villeret, le Cellier et la Poudrière) se situent dans le bassin versant de la Fouillouse, d'une superficie de 14 km² au niveau de la mine du Cellier.
- deux sites (la Rouchette et le Sapet) se situent sur le bassin versant du Merdaric.
- le site des Pierres Plantées se situe quant à lui sur le bassin versant de la rivière de Grandrieu, d'une superficie de 72,5 km² au niveau de Grandrieu.

Le bassin versant de la Truyère a une superficie totale de 3 280 km². Au Malzieu-Ville, sa superficie est de 542 km². Son bassin versant occupe la partie nord-ouest du département, ainsi qu'une partir du Cantal et de l'Aveyron. Le tronçon concerné par les sites de St-Alban-sur-Limagnole et de Pratlong se situe très en amont, entre 20 et 30 km de la source. La Truyère est un affluent du Lot en rive droite. La Truyère est alimentée entre autre par le Bès situé en rive gauche, et s'écoulant sur les départements de la Lozère et du Cantal.

**Le bassin versant du Briançon**, d'une superficie de 25 km², est un affluent du Tarn en rive droite. Seul le site des Bondons se situe sur ce bassin versant. Il se trouve en rive gauche du ruisseau des Besses, affluent du Briançon en rive droite.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 24/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

#### 2.4.2 Débits des cours d'eau

Les données sur l'écoulement des cours d'eau sont fournies par des mesures de débits effectués à des stations hydrométriques. Sur le secteur concerné, les données sont fournies :

- pour la rivière l'Allier, par trois stations :
  - Langogne, située en amont du rejet du barrage de Naussac
  - Naussac, située en aval du rejet du barrage de Naussac
  - Saint-Haon, située en aval de la confluence avec le Chapeauroux, en Haute-Loire.
- pour la rivière du Chapeauroux, par deux stations :
  - Chateauneuf-de-Randon, située en aval hydraulique du site de la Pique, et en amont des autres sites miniers
  - St-Bonnet-de-Montauroux, située après la confluence avec la rivière de Grandrieu et en aval des exploitations minières.
- pour la rivière de Grandrieu, par une station : celle de Grandrieu, située en aval hydraulique du site minier des Pierres Plantées.
- pour la rivière La Truyère, par deux stations :
  - Serverette, située en amont hydraulique du site minier de St-Alban-sur-Limagnole
  - Malzieu-ville, située en aval hydraulique du site de St-Alban-sur-Limagnole.
- pour la rivière Le Tarn, par deux stations :
  - Bédouès, située en amont de la confluence avec le Briançon
  - Montbrun, située en aval de la confluence avec le Brainçon.
- pour le ruisseau Le Briançon, par une station : celle des Bondons, en aval hydraulique de l'exploitation minière des Bondons.

Les valeurs des paramètres caractéristiques des débits sont présentées dans le tableau cidessous [7]:

	Localisation	Surface du BV km²	Débits moyens m³/s	Débits d'étiage		Crues		Débits	Débits
Bassins versants				QMNA2 m³/s	QMNA5 m³/s	QIX biennal m³/s	QIX décennal m³/s	maxi. journaliers m³/s	maxi. <i>instantanés</i> m³/s
	Langogne	324	8,3	1,1	0,8	190	430	402*	752
Allier	Naussac	396	10	1,8	1	170	360	482	761*
	Saint-Haon	514	12	3,9	3	230	510	551*	943*
Chapearoux	Chateauneuf-de-Randon	109	1,6	0,15	0,095	20	38	42,2*	80*
Chapearoux	St-Bonnet-de-Montauroux	387	3,4	0,45	0,29	48	110	191	351
Grandrieu	Grandrieu	72,5	1,1	0,16	0,095	15	27	21,8*	69,4*
Truyère	Serverette	72	2,2	0,26	0,16	11	17	20,8*	37,5*
Truyere	Malzieu-ville	542	7,9	1,4	0,82	-	-	217*	-
Tarn	Bédouès	189	6,6	0,73	0,39	190	370	700	700*
	Montbrun	621	18	1,4	0,92	540	1000	1200*	1770
Briançon	Les Bondons	25	0,56	0,049	0,028	13	25	25,4*	39,4*

<sup>\*</sup> valeurs estimées (mesurée ou reconstituée) que la DIREN juge incertaine.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 25/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

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.

# 2.4.3 Utilisation des eaux

# Production d'hydroélectricité :

Sur le département de la Lozère, trois cours d'eau, non concernés par ce bilan de fonctionnement, possèdent des barrages hydroélectriques :

- Sur le Chassezac : Barrage de Rachas
- Sur l'Altier : Barrage de Villefort
- Sur la Borne : Barrage de Roujanel (en limite avec l'Ardèche)

# Alimentation en eau potable :

La quasi-totalité des captages d'alimentation en eau potable (AEP) (eaux souterraines) de Lozère sont situés en Margeride, secteur comprenant la plupart des sites miniers uranifères du département. La figure 3 présente l'ensemble des captages présents sur le département de la Lozère en 2004.

Un positionnement de ces captages par rapport aux sites miniers uranifères lozériens (amont ou aval hydraulique, emprise du champ captant, ...) sera réalisé en collaboration avec l'ARS (anciennement DDASS) de la Lozère.

#### Le tourisme et les loisirs :

La faible densité de population du milieu rural, le relatif isolement, et la beauté simple de ses paysages donnent au tourisme lozérien une certaine spécificité, correspondant à un tourisme familial ou de groupe dont l'attraction est liée à la pratique d'activités proches de la nature (tourisme dit « vert »).

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 26/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Les activités touristiques qui s'y pratiquent sont les randonnées pédestres, équestres, VTT, la découverte du patrimoine... mais aussi la pêche compte tenu de l'importance du réseau hydrographique (2 800 km de cours d'eau). Le lac de Naussac constitue l'un des principaux sites attractifs du département. Des activités de pêche, voile, canoë-kayak et baignade s'y déroulent sur près de 1 050 ha de plan d'eau.

Les gorges du Tarn, site naturel classé, sont un haut lieu du tourisme en Lozère : randonnée pédestre, canoë-kayak et baignade, spéléologie, visites de grottes dans les causses environnants, villages typiques, escalade...

La capacité d'hébergement touristique du département de la Lozère 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 et chambres d'hôtes),
- des terrains de camping.

# 2.5 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

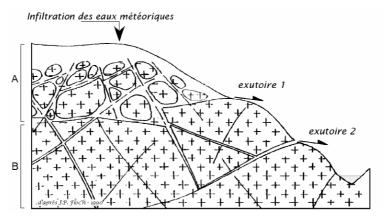
Les secteurs concernés par les sites miniers correspondent à des roches cristallines compactes ne comportant que de petites réserves dans les zones altérées.

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.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 27/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

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



A: Aquifère superficiel - B: Aquifère profond

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).

Dans ce type d'environnement, les surfaces piézométriques suivent globalement la topographie avec des écoulements, à valeur de perméabilité uniforme, conformes à la pente de ces niveaux piézométriques. Ces niveaux affleurent au niveau des sources qui correspondent en général à l'intersection de l'interface granite – arène ou fractures ou discontinuité pétrographique avec la surface topographique.

Les aquifères rencontrés dans les terrains métamorphiques (Les Bondons) sont généralement très limités (idem aquifères profonds).

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 28/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

# 3 CADRE REGLEMENTAIRE

# 3.1 REGLEMENTATION 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.

Remarque: L'ordonnance n° 2011-91 du 20 janvier 2011 porte codification de la partie législative du code minier. Elle entrera en vigueur le 1er mars 2011. Il s'agit d'une recodification de la partie législative du code minier en droit constant. Les modifications apportées par cette ordonnance ne concernent pas les activités évoquées dans le présent bilan environnemental.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 29/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

## Ouverture et exploitation d'un site minier :

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

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

- L'obtention d'un titre minier :
  - o 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 de Lozère ont été autorisées au titre de la Police des Mines conformément à la législation minière en vigueur au moment de leur mise en chantier :

- Pour la période de 1909 à 1972 : décret du 14 janvier 1909.
  - Ont été mis en chantier les sites des secteurs du Cellier, Villeret, Les Pierres Plantées, Le Sapet et Javols.
  - L'article 6 du décret de police des mines prévoyait qu'avant d'ouvrir une mine, l'exploitant en avertissait l'ingénieur en chef des mines par courrier accompagné de plans et coupes utiles, et d'un mémoire exposant la méthode d'exploitation.
- Pour la période de 1972 à 1980 : décret n°72-645 du 04 juillet 1972.
  - Ce décret concerne le site de Dévès 1 et 2, La Poudrière, La Rouchette, et Arzenc La Pique et St Alban sur Limagnole
- Pour la période de 1980 à 1995 : décret n°80-330 du 07 mai 1980.
  - Ce décret concerne le site des Bondons.

# 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.

<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 de la Lozère	Août 2011	Page : 30/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

#### → Arrêt de l'exploitation avant mai 1980

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

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

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

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

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

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

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

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

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 31/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

→ 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.161-1du code Minier on trouve notamment :

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

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

- plan d'ensemble des travaux d'exploitation avec plans et coupes relatifs à la description du gisement,
- mémoire décrivant les différentes méthodes d'exploitation;
- exposé des mesures déjà prises et de celles envisagées pour l'application de l'article 91 (ancienne codification du code minier) : préservation des intérêts mentionnés à l'article 79 (ancienne codification du code minier), liste des désordres et nuisances de toute nature engendrés et susceptibles de se manifester du fait de l'activité minière. Il comprendra aussi les travaux à exécuter pour la fermeture des travaux, les ouvrages de traitement des eaux, les dispositifs de surveillance à maintenir;

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 32/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

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

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

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

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

Ce décret fixe donc le cadre réglementaire actuel, cependant il ne s'applique pas aux activités minières de la Lozère, 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 de la Lozère	Août 2011	Page : 33/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

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

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

# Obligations de l'exploitant après la fermeture des mines :

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

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

# Le RGIE : Règlement Général des Industries Extractives :

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

Les réglementations édictées au niveau national sont ensuite appliquées à l'échelle locale par l'intermédiaire d'arrêtés préfectoraux, prescrivant la surveillance radiologique des sites miniers réaménagés de la Lozère. 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.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 34/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

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

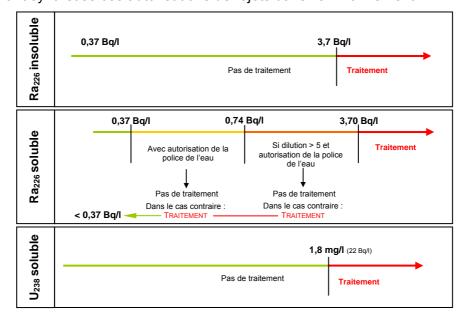
En ce qui concerne les produits solides, de manière très générale, le décret n°90-222 précité dispose que « Les dépôts de minerais et de déchets ayant une teneur en uranium supérieure à 0,03%, de minerais lixiviés, de résidus des opérations de traitement, de produits provenant des bassins de réception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

Concernant les produits liquides, le décret n° 90-222 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 ».

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

- 3,7 Bq/l pour le radium 226 insoluble,
- 1,8 μg/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,
  - o 0,74 Bq/l si la dilution du rejet par le cours d'eau récepteur est inférieure à 5,
  - 0,37 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 :



Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 35/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

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

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

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

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

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

N°	A - Nomenclature des installation classées			B - Taxe générale sur les activités polluantes	
	Désignation de la rubrique	A, D, S C (1)	Rayon (2)	Capacité de l'activité	Coef.
1700	Substances radioactives (définitions et règles de classement des)				
	Définitions : Les termes « substance radioactive », « activité », « radioactivité », « radionucléide », « source radioactive non scellée » et « source radioactive scellée » sont définis dans l'annexe 13-7 de la première partie du code de la santé publique.				
	Règles de classement :  1° Les opérations visées à la rubrique 1715 font l'objet d'un classement au titre de la présente nomenclature dès lors qu'elles sont mises en œuvre dans un établissement industriel ou commercial, dont une installation au moins est soumise à autorisation au titre d'une autre rubrique de la nomenclature.  2° A chaque radionucléide est associé un « seuil d'exemption » (en Bq), défini en application de l'article L. 1333-4 du code de la santé publique à l'annexe 13-8 de la première partie de ce code. Pour les besoins des présentes règles de classement, la valeur de 1 000 Bq est utilisée pour les radionucléides non mentionnés par les dispositions précédentes.  3° Pour une installation dans laquelle un ou plusie urs radionucléides sont utilisés, le rapport Q (sans dimension) est calculé d'après la formule :  Q = Σ (A <sub>l</sub> / Aex <sub>l</sub> )  dans laquelle :  A représente l'activité totale (en Bq) du radionucléide i  Aex <sub>l</sub> représente le seuil d'exemption en activité du radionucléide i	l			
1715	Substances radioactives (préparation, fabrication, transformation, conditionnement, utilisation, dépôt, entreposage ou stockage de) sous forme de sources radioactives, scellées ou non scellées à l'exclusion des installations mentionnées à la rubrique 1735, des installations nucléaires de base mentionnées à l'article 28 de la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire et des installations nucléaires de base secrètes telles que définies par l'article 6 du décret n° 2001-592 du 5 juillet 2001.  1. La valeur de Q est égale ou supérieure à 10 <sup>4</sup>	l	1	1. Le rapport Q tel que défini au 3°) de la rubriqu e 1700 de la nomenclature étant : a) supérieur ou égal à 10° b) supérieur ou égal à 10°	3
1735					$\vdash$
1/35	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	А	2	La quantité étant supérieure ou égale à 1 tonne	5

<sup>(1)</sup> 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

Version 18 - Janvier 2010

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

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 36/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

<sup>(2)</sup> Rayon d'affichage exprimé en kilomètres

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

Remarque: Le site de stockage du Cellier contient des résidus de traitement du minerai, relevant de la rubrique 1735 des ICPE.

#### 3.1.2 Polices transversales

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

# La protection de l'eau :

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

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

et de satisfaire ou concilier les exigences :

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

# La protection sanitaire :

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

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 37/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

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

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

#### La gestion des déchets radioactifs :

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

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

# 3.1.3 Tableau de synthèse des polices applicables aux sites miniers

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

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

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 38/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

# 3.2 PLANS D'ACTIONS DE L'ETAT

## 3.2.1 Plan National de Gestion de 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) [8] :

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

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

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

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

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

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

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

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 39/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

# 3.2.2 MIMAUSA [9]

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.

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

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

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

 AXE 1 : le contrôle des anciens sites 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 de la Lozère	Août 2011	Page : 40/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

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

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

Le bilan de fonctionnement de la Lozère, prescrit à AREVA NC par arrêté préfectoral n°2010 -139-0004 du 19 mai 2010 (annexe 6) s'inscrit parfaitement dans le cadre de l'axe 2 de cette circulaire.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 41/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

# 4 EXPLOITATION MINIERE ET TRAITEMENT DES MINERAIS

### 4.1 LES METHODES D'EXPLOITATION

La partie des amas la plus proche de la surface a été reconnue par tranchée de recherche et petits travaux miniers souterrains puis par mine à ciel ouvert. La limite, en profondeur, entre exploitation à ciel ouvert et exploitation souterraine a généralement été une limite économique, sauf dans les années 50 ou les moyens matériels pour les mines à ciel ouvert n'étaient pas dimensionnés. Pour le site du Sapet, ce sont ces conditions particulières qui ont conduit à extraire en souterrain ce qui, sur les seuls critères économiques actuels, 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 tranchées jusqu'à 10 m de profondeur, consistant principalement à étudier les indices mis en évidence par la prospection de surface et le cas échéant à en extraire les minéralisations (cas de la Rouchette, les Devès et la Poudrière).
- les travaux de reconnaissance par petits chantiers, consistant à creuser un puits de faible profondeur (10 à 15 m), accompagné, ou non, d'une ou plusieurs galeries de faible longueur, souvent inférieure à une vingtaine de mètres (cas de Pratlong).

## 4.1.2 Exploitation à ciel ouvert

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

Suivant l'importance de l'excavation, deux méthodes d'exploitation ont été retenues :

- l'exploitation en rétro avec une pelle hydraulique à petit godet dans le cas de tranchées (Arzenc La Pique, la Rouchette, les Devès, la Poudrière).
- l'exploitation sur la surface totale du projet par gradins de 3 à 15 mètres de hauteur, avec des parements à 70° et des largeurs de banquette de 5 m entre les gradins (Pierres Plantées, le Villeret, le Cellier, les Bondons, St-Alban-sur-Limagnole).

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 42/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

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

Cette méthode d'exploitation à ciel ouvert générait un ratio tonnes brutes/tonnes de minerai important, de l'ordre de 3/10 (1/1 pour les travaux souterrains).

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

Sites miniers	Périodes d'exploitation	Tonnage brut (t)
Le Cellier	1958 – 1969 puis 1971 – 1983	7 835 604
Le Villeret	1980 – 1987	4 990 000
Les Pierres Plantées	1961 – 1965	1 069 915
Les Bondons	1987 – 1989	3 761 765
St-Alban-sur-Limagnole	1977	inconnu

# 4.1.3 Exploitation souterraine

L'infrastructure d'accès aux mines souterraines du département de la Lozère était constituée :

- soit d'un puits vertical (de 15 m à 150 m de profondeur) et de niveaux de galeries horizontales tous les 10 à 20 mètres,
- soit d'une galerie inclinée d'accès (descenderie),
- soit d'une entrée à flanc de coteau correspondant à l'entrée d'un travers-banc (ancienne galerie de recherches des Bondons).

Le creusement de ces galeries, qui permettaient l'accès aux chantiers, se faisait sur une section de 4 à 16 m².

L'aération des travaux souterrains était assurée par des montages ou des cheminées Robbins (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...

Les exploitations souterraines ont toutes été réalisées avant 1989.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 43/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

## Cas de la mine des Pierres Plantées :

Le gisement des Pierres Plantées se manifestait en surface par de faibles anomalies. Les fortes radioactivités des filonnets de pechblende étaient arrêtées par le recouvrement argileux. Après la réalisation de tranchées et de sondages courts, un puits de recherche de 22 m au stérile a été foncé en 1958. Une galerie au niveau -20 recoupe la colonne d'épisyénite minéralisée qui va constituer l'ossature du gisement. L'approfondissement du puits jusqu'au niveau – 165 se fera par étapes successives au fur et à mesure de la reconnaissance par sondages et galeries du gisement. Ces travaux miniers sont arrêtés au niveau – 165 en 1964, pour des raisons économiques.

La partie supérieure de la colonne d'épisyénite a été exploitée en mine à ciel ouvert de 1961 à 1965 jusqu'au niveau -55. La découverte totale fut de 1 069 915 tonnes brutes, permettant de récupérer une lentille de 50 tonnes d'U à plus de 1%. L'arrêt de l'exploitation pour raisons économiques, provoqua le remplissage de l'excavation par les eaux de ruissellement.

L'exploitation par Travaux Miniers Souterrains fut reprise en 1974.

A partir de 1974, trois méthodes d'exploitation souterraine ont été utilisées :

- méthode par tranches descendantes remblayées sous remblais bétonnés (niveau -65 au niveau -165). Dans chaque tranche, le minerai a été enlevé par havées de section 5 x 5 m. Toutes les havées ont été comblées par un remblai bétonné assurant la stabilité des travaux sous jacents. Le remblai est constitué par un voile géotextile de type Bidim, surmonté d'une dalle de 1,5 m armée et vibrée en béton. Le vide résiduel au dessus de la dalle a été comblé par du remblai bétonné, clavé au toit. Les armatures des éléments de remblayage ont été rendues solidaires entres elles et ancrées dans les terrains encaissants.
- <u>méthode par tranche montante remblayée (niveau -165 au niveau -219)</u>. Cette méthode a été appliquée pour terminer l'exploitation de la colonne d'épisyénite après avoir réalisé des travaux de reconnaissance sur la faille recoupe jusqu'au niveau -250.
- méthode d'exploitation « de la faille recoupe ». Cette méthode a été utilisée dans un panneau filonien subvertical exploité entre les niveaux -250 et -160. La galerie de base était située au niveau -248. Sa largeur était comprise entre 2 et 5 m. La galerie a été remblayée de façon qu'il existe entre le remblai et la couronne de la galerie une hauteur libre de 2,5 m. L'exploitation avait lieu par abattage d'une tranche de 2,5 m au dessus de la couronne de façon à reconstituer une nouvelle galerie de 5 m de hauteur. Le remblayage de chaque passe de 2,5 m a été fait avec du béton maigre.

Les travaux d'exploitation du fond se sont arrêtés en 1987.

Une vue d'ensemble des travaux miniers réalisés aux Pierres Plantées est représentée à la figure 4.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 44/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

#### Cas de la mine du Cellier :

Les premiers travaux miniers, en 1956, ont consisté au creusement d'un puits de 16 m et de reconnaître une structure minéralisée. Les résultats de la géophysique et des sondages conduisirent à l'implantation d'un puits de 100 m au stérile, avec des niveaux de reconnaissance aux niveaux -40, -70 et -100. Des travers-bancs sont creusés dans l'axe de la zone minéralisée avec des recoupes tous les 20 m jusqu'aux épontes et sondages horizontaux en étoile. La reconnaissance s'achève en 1962 avec la reconnaissance par sondages de la tranche -100 à -150.

En 1979, les travaux miniers souterrains reprennent par le creusement d'une galerie de reconnaissance à partir du niveau -25 de la MCO du Cellier, en descenderie de 20 m² de section et 15% de pente. Elle a été réalisée en plusieurs étapes, d'abord pour reconnaître les amas minéralisés sud (-40 et -70), puis les amas centre et nord (-120 à -140).

Une petite zone minéralisée a été exploitée à la fin des travaux au niveau -100 (amas centre).

Un foudroyage naturel des galeries situées sous la MCO est intervenu à la fin des travaux d'exploitation.

### Cas de la mine du Villeret :

Un premier puits de recherches de 20 m de profondeur est creusé en 1957, mais il est abandonné par un éboulement à la fin de son achèvement. Il était situé sur une zone de faille très altérée.

En 1962, à la suite d'études de surface et de sondages, une reconnaissance du gisement en profondeur se fait par le prolongement de la galerie du niveau -100 du Cellier. Cette galerie de recherches de 6 m² de section fut achevée en 1963. Sa longueur avoisinait 1 kilomètre.

De 1983 à 1986, une exploitation par MCO fut réalisée, d'abord en profondeur jusqu'au niveau -75, puis vers le sud jusqu'au niveau -60, enfin au nord jusqu'au niveau -90.

En 1984, une galerie de recherches de 20 m² de section fut entreprise à partir du gradin -40 pour reconnaître un petit amas minéralisé entre le -60 et le -81. Cet amas a été exploité par des traçages au minerai de section 4 m sur 4 m en rabattant le minerai à partir du fond.

Une galerie de 14 m² de section fut creusée à partir du fond de la MCO au niveau -75 pour venir obturer à l'aide d'un bouchon béton les anciens travaux miniers du niveau -100, afin d'éviter toute circulation d'eaux par ce conduit entre le Cellier et le Villeret.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 45/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

## Cas du site du Sapet :

L'exploitation s'est faite par tranches montantes vides boisées. La lentille minéralisée avait une extension de 32 x 35 m. Un puits, une cheminée d'aérage et 2 galeries ont été réalisés.

Une coupe des travaux miniers dans l'axe de la structure est représentée à la figure 5.

### Cas du site de Pratlong:

Un puits de recherche de 20 m de profondeur fut creusé en 1965 avec une galerie de reconnaissance de 26 m au niveau -18.

# 4.2 LE TRAITEMENT DU MINERAI

Les activités minières de Lozère se sont déroulées de 1956 à 1989. De 1956 à 1970, le minerai était expédié pour traitement aux l'usines S.I.M.O. de l'Ecarpière en Loire Atlantique, puis à Bessines sur Gartempe en Haute-Vienne. A partir de 1970, les expéditions de minerai ont toutes été réalisées vers l'usine de traitement du Cellier en Lozère.

Le tableau suivant résume les destinations du minerai pour chaque site :

Lieux de traitement	Sites miniers	Période
L'Ecarpière (Loire Atlantique)	Le Cellier	1957
	Le Cellier	1958 - 1970
Bessines	Les Pierres Plantées	1958 - 1970
(Haute-Vienne)	Le Sapet	1965 - 1967
	Pratlong	1965
Le Cellier	Le Cellier	1970 - 1990
	Le Villeret	1970 - 1988
	Les Devès	1982
	La Pique	1980
	Les Pierres Plantées	1970 - 1987
	La Rouchette	1977 - 1979
	Les Bondons	1987 - 1989
	St Alban sur Limagnole	1977

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 46/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

# 4.2.1 Traitement dynamique

Avant la mise en marche en novembre 1977 de l'usine à pulpe, le traitement du minerai se faisait par lixiviation statique. Prévue pour traiter 600 t/j de minerai, sa capacité est passée à 750 t/j en 1979 et 850 t/j en 1980.

Le procédé de traitement dynamique décrit ci-dessous a été mis au point conjointement par le CEA et UGINE KUHLMANN et consistait en une attaque acide à chaud dont les différentes opérations de traitement se déroulaient comme suit (figures 6 et 7) :

### Préparation des minerais :

Le concassage primaire, réalisé au niveau de l'exploitation, permettait de réaliser 3 opérations simultanément :

- tout d'abord, mélanger les minerais du Cellier, du Villeret et des Pierres Plantées, et de reconnaître les proportions du mélange
- de déterminer ensuite la teneur de ce mélange par un plan compteur sur chaque godet afin d'avoir le plus de précisions possibles
- de réaliser un mélange de granulométrie 0/120 mm.

#### Concassage secondaire et broyage :

L'usine comportait trois lignes de broyage humide où les minerais étaient réduits successivement à 18 mm (concasseur giratoire), 2 mm (broyeur à barre), 500 µm (broyeur à boulets). La sous-verse des épaississeurs, la pulpe sortant du broyeur à boulets et les pulpes de débourbage étaient mélangées puis homogénéisées dans une cuve.

# Attaque par acide sulfurique :

L'usine comportait 11 cuves d'attaque acide de 20 m³ chacune. Dans la première cuve d'attaque, il y avait apport d'acide sulfurique afin de dissoudre l'uranium contenu dans le minerai. Dans la seconde cuve d'attaque, il y avait ajout de chlorate de sodium afin d'oxyder l'uranium.

Dans la première et la troisième cuve, il était injecté de la vapeur d'eau pour maintenir la pulpe à une température de 65°C afin d'accélérer la réaction des réactifs.

La pulpe était maintenue en agitation permanente pendant tout son passage par gravité jusqu'à la onzième cuve. Le temps de séjour du produit, de la première cuve à la onzième cuve était d'environ 6 heures.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 47/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

#### Séparation solide/liquide :

En fin d'attaque, la pulpe était dirigée par pompage sur un filtre à bande de 85 m² afin d'effectuer la séparation solide/liquide. Une pompe à vide aspirait les liqueurs chargées en uranium qui étaient stockées dans un bassin de 3 500 m³ avant d'être envoyées vers l'usine Solvant.

Les sables stériles étaient lavés sur le filtre avec une eau à pH = 2 puis essorés (H20 entre 20 et 22%) et stockés sur le site.

#### Traitement par solvant :

L'installation comprenait quatre unités d'extraction en mélangeurs – décanteurs, une colonne pulsée d'extraction et une unité de ré-extraction en mélangeurs – décanteurs (figure 7).

Le procédé de l'extraction était le suivant : les solutions aqueuses uranifères circulaient à contrecourant d'un solvant aminé chargé de fixer l'uranium. Le solvant utilisé était composé de kérosène pour 93% environ, d'une amine tertiaire et d'alcool tridécylique. Les 2 phases étaient intimement mélangées dans chaque mélangeur et se séparaient dans chaque décanteur. A chaque étage, il y a transfert du métal de la phase aqueuse au profit de la phase solvant dite aussi phase organique. La teneur en uranium en entrée était de 1 g/l et de 6,5 g/l en sortie.

La ré-extraction se faisait à contre courant dans une batterie de cinq mélangeurs – décanteurs, par une saumure à 120 g/l de sel. La teneur en uranium de la solution en fin de chaîne était de 55 g/l.

#### Elaboration du concentré :

La solution de ré-extraction était neutralisée au moyen de lait de magnésie à pH=7 dans quatre cuves de 15 m3 maintenues en agitation. Après floculation et 3 heures de décantation, l'uranium se trouvait en fond de cuve sous forme d'uranate de magnésie (2UO<sub>3</sub> Mg O).

La pulpe d'uranate était ensuite filtrée sur une toile et sous vide. Le gâteau ainsi formé contenait environ 65% d'eau. Cette pulpe était envoyée vers un atomiseur. L'uranate finement pulvérisé était séché instantanément par de l'air à 550°C. L'uranate sec (3% d'eau) était récupéré sur un filtre à manche. Il titrait alors 73% d'U. L'uranate de magnésie, appelé aussi « yellow cake », était ensuite chargé dans des conteneurs métalliques de 1 tonne.

#### Traitement des effluents liquides :

Les solutions dont l'uranium avait été extrait par le solvant constituaient les effluents. Leur traitement consistait en une neutralisation-décantation. Une partie était réutilisée dans l'usine, une partie était utilisée pour la lixiviation lente, le reste était traité par à la chaux avant rejet dans le milieu naturel.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 48/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

#### Conditionnement des résidus solides :

Les résidus de traitement étaient, pour partie, repulpés et cyclonés. Les sables étaient utilisés en partie pour le remblayage des travaux miniers souterrains et la confection de digues. Les produits fins étaient stockés par lagune derrière une digue ou en fond de fosse.

# 4.2.2 Traitement des minerais pauvres par lixiviation statique en tas

La lixiviation statique consistait en une solubilisation de l'uranium par apport d'acide sulfurique. Ce procédé de traitement de l'uranium, à rendement beaucoup plus faible que le traitement en usine (de l'ordre de 80%), a concerné les minerais pauvres.

Sur un sol en pente, rendu étanche, on dispose le minerai à traiter sans qu'il n'ait subi aucune préparation mécanique. Le minerai était arrosé par des solutions acides. L'uranium était dissout par ces solutions qui percolent à travers ces tas. Les liqueurs uranifères étaient récupérées dans un bassin. Ces liqueurs étaient soit recyclées sur le tas de minerai afin d'en augmenter la teneur en U, soit envoyées sur les résines échangeuses d'ions (voir figure 8).

Sur le site du Cellier, on pouvait distinguer 2 types de lixiviations : accélérée et lente :

#### Lixiviation accélérée :

Toute la production a été assurée par cette méthode de 1970 à 1977, avant la construction de l'usine de lixiviation en pulpe. Ce type de lixiviation s'adressait à des minerais relativement riches (teneur > 0,4 ‰).

Les tas de minerai à traiter étaient de l'ordre de 5 000 t. L'attaque des tas à l'acide sulfurique était accélérée par ajout d'oxydant (chlorate de soude). Ces solutions d'attaque étaient recyclées pendant environ 1 semaine, temps nécessaire pour dissoudre tout l'uranium solubilisable par cette méthode. Passé une semaine, les liqueurs chargées en U (plusieurs g/l) étaient récupérées. Les tas étaient lavés à l'eau légèrement acidulée. Les jus d'attaque et des premiers lavages étaient envoyés vers l'atelier solvants. Lorsque la teneur en sortie de tas tombait en dessous de 0,8 g/l d'U, les solutions étaient envoyées vers les résines échangeuses d'ions. La fin du lavage s'effectuait à l'eau pour neutraliser partiellement le minerai. Ce tas était enlevé et stocké à la lixiviation lente.

#### **Lixiviation lente:**

Elle s'adressait aux minerais marginaux, c'est-à-dire à très faible teneur ne pouvant supporter le coût des autres méthodes de traitement. Elle s'adressait également aux minerais déjà traités en lixiviation accélérée, mais contenant encore un peu d'uranium.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 49/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Ces tas de minerai constitués pendant plusieurs années d'exploitation, pouvaient atteindre 500 000 tonnes à teneur ≤ 0,2 ‰. L'arrosage des tas se faisait uniquement avec des effluents de l'usine solvant, ce qui permit de valoriser l'acide contenu au lieu de le neutraliser à la chaux. La teneur des solutions récupérées était de quelques dizaines à quelques centaines de mg/l. Le traitement d'un tel tas pouvait durer une dizaine d'années.

## Résines échangeuses d'ions :

Les résines étaient moins sélectives que le solvant et fixaient également des impuretés. Elles étaient utilisées pour des solutions à faible teneur.

Les solutions à traiter passaient au travers des résines qui fixent l'uranium contenu. L'uranium était ensuite récupéré par filtration, élution et lavage.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 50/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

# 5 PRESENTATION DES SITES MINIERS

#### 5.1 GENERALITES

Les activités minières uranifères de Lozère comprenaient une douzaine de sites d'importance inégale. Les petits sites correspondaient à des travaux de recherche, constitués par une tranchée ou un puits accompagné d'un tronçon de galerie de quelques dizaines de mètres de long et pouvant être exploité en quelques semaines. Les sites plus importants, étaient constitués par des mines à ciel ouvert de 100 à 400 m de diamètre et de plus de 100 m de profondeur, dont une partie du gisement avait été, éventuellement par la suite, exploité en travaux souterrains.

Afin d'établir ce bilan de fonctionnement des sites miniers du département de Lozère, 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 du Cellier et du Villeret, des Pierres Plantées, et des Bondons, 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 9.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 51/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

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 700 à 711.

A chaque fiche de site sont rattachées des fiches de chantier. Ces dernières contiennent des informations plus techniques relatives à l'exploitation du chantier et des informations relatives à l'état actuel des sites. L'existence d'une Installations Classée pour la Protection de l'Environnement (site du Cellier) a conduit également à l'établissement d'une fiche ICPE annexée à la fiche de site. Sont mentionnés la nature de l'installation, la rubrique et le libellé auxquels elle est rattachée, son régime (déclaration, autorisation).

Des planches photographiques historiques, ou prises au cours des visites effectuées, sont également présentées en annexe 2.

L'emplacement des sites miniers et des concessions en cours de validité est figuré sur le plan n°1. Des zooms cartographiques replaçant les sites dans leur environnement proche sont présentés en annexe 3. Ces plans ont été réalisés 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,
- les lieux de stockage des résidus de traitement.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 52/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

# 5.2 SITUATION REGLEMENTAIRE DES SITES ET INSTALLATIONS ARRETEES

### 5.2.1 Titres miniers

L'emprise des terrains concernés par les sites miniers de Lozère représente une surface totale d'environ 131 ha. Ces sites miniers, principalement répartis dans le Nord-Est du département (Margeride) ont été exploités sur différents permis de recherche, permis d'exploitation ou concessions, comme montré dans le tableau suivant :

Sites miniers	Dernier titre minier auquel a appartenu le site à la fin de son exploitation
Le Cellier	Concession de Grandrieu
Le Villeret	Concession de Grandrieu
Le Devès 1	Concession de Grandrieu
Le Devès 2	Concession de Grandrieu
La Poudrière	Concession de Grandrieu
Les Pierres Plantées	Concession de Grandrieu
La Rouchette	Concession de Grandrieu
Le Sapet	Concession de Grandrieu
Arzenc – La Pique	Hors concession (permis de recherche)
Les Bondons	Ex-Permis d'exploitation du Cros
St-Alban-sur-Limagnole	Ex-Permis d'exploitation de Montalbert
Pratlong	Ex-PEX de Plaisance - Pratlong

Seule la concession de Grandrieu, englobant les sites du Cellier, du Villeret, des Devès, des Pierres Plantées, de la Rouchette et du Sapet, et d'une surface de 66,37 km², est encore valide. Elle couvre une partie des communes de Grandrieu et Saint-Jean-la-Fouillouse. Elle a été accordée par arrêté ministériel le 18/09/1968 pour une durée de 99 ans. Son échéance est prévue en 2018.

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

Sur l'ensemble des sites miniers de La Lozère, 8 sites ont l'objet d'une procédure de fermeture des travaux miniers avant 1980, en suivant les dispositions mentionnées dans le décret du 14 janvier 1909, modifié par le décret n°72-645 du 4 juillet 1972 (cf. paragraphe 3.1.1 : fermeture des sites).

Les sites concernés par ces dispositions figurent dans le tableau suivant :

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 53/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Sites	Nature des travaux	Période d'exploitation
Le Devès 1	Tranchée	1980 – 1982
Le Devès 2	Tranchée	1980 – 1982
La Poudrière	Tranchée	1977
La Rouchette	Tranchée	1977 – 1979
Le Sapet	TRPC	1965 – 1967
Arzenc – La Pique	Tranchée	1980
Saint-Alban	MCO	1977
Javols	TRPC	1965

Après 1980, 4 sites ont l'objet de procédures d'arrêt des travaux en suivant les dispositions mentionnées dans le décret n°80-330 du 7 mai 1980 (cf. paragraphe 3.1.1 : fermeture des sites). La situation administrative au regard de ces dispositions est résumée dans le tableau suivant :

Site	Nature des travaux	Période d'exploitation	Nature du dossier	Actes administratifs	Surveillance	Arrêtés préfectoraux complémentaires
Le Cellier	TMS + MCO	1956 - 1991	Délaissement	AP n°93-0569 du 15/04/1993	oui	AP n°90-1638 du 30/09/1993 : ICPE AP n°01-0801 du 18/06/2001 : ICPE
Le Villeret	TMS + MCO	1962 - 1988	Délaissement	Lettre DRIRE du 19/09/1989	oui	/
Les Pierres Plantées	TMS + MCO	1958 - 1987	Délaissement	Lettre DRIRE du18/10/1988	oui	/
Les Bondons	MCO	1987 - 1989	Délaissement	AP n°90-0532 du 09/05/1990	oui	,
Les bolldons	IVICO	1907 - 1909	Abandon	AP n°92-0026 du 16/01/1992	Oui	,

# 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.

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 :
  - o la surverse du plan d'eau constituée par une mine à ciel ouvert isolée (Le Villeret, Saint-Alban),
  - o 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 (pas de cas en Lozère).

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 54/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

- Eaux de ruissellement avec un point de rejet identifié : ces eaux peuvent éventuellement s'infiltrer dans les remblais stériles et réapparaître sous forme de sources de pied de verses. Leur débit est intermittent (Le Cellier, les Pierres Plantées, les Bondons).
- Eaux de ruissellement ou écoulements souterrains avec points de rejets non identifiés : leur impact est jugé très faible (Arzenc- la Pique, la Rouchette, le Sapet, les Devès 1 et 2, la Poudrière et Pratlong).

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 (cas des sites du Villeret et de Saint-Alban)

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

Sites	Types d'écoulement	Plans d'eau	Cours d'eau secondaires	Cours d'eau principaux	
Arzenc - La Pique	Potentiel	Barrage d'Auroux	Le Chapeauroux		
Les Pierres Plantées	Identifié	-	Le Grandrieu		
Le Sapet	Potentiel	-	La Mandania		
La Rouchette	Potentiel	-	Le Merdaric	L'Allier	
Le Devès 1	Potentiel	-			
Le Devès 2	Potentiel	-			
Le Villeret	Identifié	Etang du Villeret	La Fouillouse		
Le Cellier	Identifié	-			
Saint-Alban	Identifié	Etang de la Rouvière	Ruisseau	I a Twychna	
Pratlong	Potentiel	-	Le Tréboulin	La Truyère	
Les Bondons	Identifié	Aucun	Les Besses puis le Briançon	Le Tarn	

### 5.4 PRESENTATION DES SITES

Afin d'améliorer les connaissances et d'effectuer un état des lieux, des visites des sites accompagnées de campagnes de prélèvements ont été organisées. Au cours de 2009, la plupart des sites de la Lozère ont fait l'objet de visites d'inspection par la DRIRE et de l'ASN.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 55/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

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

#### 5.4.1 Bassin versant de l'Allier

• Site d'Arzenc - La Pique (fiche 708, annexes 2.9 – 3.1 – 4.6 et 5.3)

Le site d'Arzenc - La Pique se situe 600 m à l'Ouest du village d'Arzenc-de-Randon, et 700 m au Sud-Est du hameau d'Aurenchet. Le site, d'une emprise de 1 ha, se trouve sur la crête d'un éperon émoussé, au milieu de pâtures. Des clôtures en barbelés délimitent les différentes parcelles.

Les travaux miniers réalisés en 1980 ont consisté en une tranchée de recherche de 3 450 m³. Les travaux de réaménagement ont été réalisés la même année. La fouille a été remblayée intégralement avec les stériles de l'exploitation. 202 tonnes de stériles en provenance du site du Cellier ont été apportées. Le tout a été recouvert de terre végétale.

Une source a été repérée au Sud du site. Un échantillon (ARZ1) a été prélevé puis analysé (résultats cf. chapitre 8.1.3).

Un plan-compteur a été réalisé en novembre 2009 sur le site, et sur le chemin communal (ancienne piste d'accès) permettant d'accéder à la parcelle depuis la RD3.

Sur le site, les mesures ont révélé un bruit de fond compris entre 120 et 140 c/s SPP2. Un point à 700 c/s SPP2 a été relevé et correspond vraisemblablement à l'emplacement de l'ancienne aire de stockage provisoire du minerai avant son acheminement vers l'usine du Cellier.

Sur le chemin d'accès, quelques points entre 500 et 800 c/s SPP2 ont été relevés dans des zones leucogranitiques roses arénisées, correspondant au prolongement du filon exploité. Le bruit de fond est compris entre 160 et 170 c/s SPP2.

• Site du Devès 1 (fiche 702, annexes 2.3 – 3.2 – 4.2 et 5.2)

Le site du Devès 1, d'une superficie de 0,5 ha, se situe sur la commune de Saint-Jean-la-Fouillouse, à 2,3 km à l'Ouest du hameau du Villeret et à 3,3 km à l'Ouest du site minier du Cellier. Il se situe dans une plantation de résineux, sur un plateau granitique au relief émoussé, à proximité de clairières.

Les travaux miniers ont consisté en une tranchée de recherche de 2 500 m³, réalisée en 1980. En 1981, la fouille a été remblayée avec les stériles, puis recouverte de terre végétale.

Une clôture en barbelés délimite la plantation. Aucune venue d'eau n'a été relevée dans l'environnement proche du site.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 56/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Un plan-compteur a été réalisé en décembre 2009. Les mesures ont révélé un bruit de fond compris entre 100 et 110 c/s SPP2. Un point maximum à 400 c/s SPP2 a été relevé.

• Site du Devès 2 (fiche 703, annexes 2.4 – 3.2 – 4.2 et 5.2)

Le site du Devès 2, d'une superficie de 1 ha, se situe dans une plantation de résineux, au niveau d'une clairière, à environ 800 m au Nord du site du Devès 1. Il se trouve sur le même plateau granitique que le site du Devès 1.

Les travaux miniers ont consisté en une tranchée de recherche de 2 300 m³ exploité entre 1980 et 1981. Les travaux de réaménagement ont été réalisés en 1981. La fouille a été remblayée avec les stériles et la terre végétale a été régalée en surface.

Une clôture en barbelés délimite la plantation. Aucune venue d'eau n'a été relevée dans l'environnement proche du site.

Un plan-compteur a été réalisé en décembre 2009. Les mesures ont révélé un bruit de fond compris entre 110 et 120 c/s SPP2. Le maximum mesuré a été de 380 c/s SPP2.

Des mesures ont également été réalisées sur l'ancienne piste d'accès au site. Aucune anomalie radiométrique n'a été mise en évidence. Les valeurs mesurées sont comprises entre 110 et 230 c/s SPP2.

Au niveau de la clairière, la végétation recolonise rapidement le site, rendant l'accès difficile.

• Site du Cellier (fiche 700, annexes 2.1 – 3.2 – 4.1 et 5.2)

Le site du Cellier, d'une superficie d'environ 66 ha, se situe 600 m à l'est du village du Villeret, et 1,2 km au Nord-Ouest du village du Cellier. Le paysage environnant est constitué de bois et de prairies. Le site se situe à proximité du ruisseau de la Fouillouse.

Les activités passées ont été multiples et ont concerné :

- des travaux miniers souterrains et à ciel ouvert de 1956 à 1988;
- l'usine de traitement dynamique du minerai de 1977 à novembre 1989 ;
- la lixiviation statique des minerais pauvres en tas de 1970 à avril 1990.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 57/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Les résidus de traitement (sables et boues) ont été stockés dans la mine à ciel ouvert jusqu'en 1990. Le stockage de ces déchets a été soumis à un arrêté préfectoral (n°84.299 du 19 mars 1984) fixant les modalités de cette installation classée. Le plan de localisation des résidus de traitement sur le site du Cellier est représenté à la figure 10.

Ces résidus de traitement représentent 5,7 Mt dont 1,7 Mt issues du traitement dynamique et 4 Mt issues du traitement statique. La surface concernée représente 26 ha environ.

Les travaux de réaménagement ont été réalisés entre janvier 1990 et 1991 et ont consisté en :

- pour les travaux miniers souterrains, la mise en sécurité des ouvrages de liaisons fond-jour (renforcement de la stabilité des ouvrages et accès définitivement interdit), l'obturation des galeries de reconnaissance au niveau -90 afin de limiter les communications hydrologiques entre celles-ci et le stockage des résidus, le démantèlement des installations du carreau.
- **pour la mine à ciel ouvert**, la mise en sécurité du point de vue radiologique par le capotage des résidus de traitement au moyen de stériles compactés.
- pour l'usine de traitement, la mise en sécurité du point de vue radiologique et chimique, avec le démantèlement et la démolition de l'usine, le curage et le remblayage des différents bassins, l'assainissement radiologique des surfaces concernées par les installations (aires de stockage du minerai...). Seuls les anciens bureaux et ateliers ont été conservés.
- pour le stockage des résidus de traitement des minerais, des produits de démolition et des tas de minerais lixiviés, un remodelage assurant leur stabilité à long terme et la mise en place d'une couverture adaptée (couche de stériles compactée).

Un plan-compteur a été réalisé après réaménagement à maille 10 x 10 m. Les mesures, effectuées au SPP2, sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Zone de mesures	Ordre de grandeur des valeurs mesurées au SPP2 (en chocs/s)
Tas de minerais lixiviés	170 – 350 (un point mesuré à 3200 et quelques points à 1000)
Anciens bureaux	160 – 200
Zone de traitement des eaux	220 – 500 (maxima mesuré à 1500)
Stockage MCO	250 – 400 (maxima mesuré à 1200)
Usine	180 – 400 (un point mesuré à 1500 et quelques points à 1000)

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 58/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

L'historique ci-dessous synthétise les évènements majeurs depuis la fin du réaménagement en 1991 jusqu'à nos jours :

- Afin d'optimiser le système et compte tenu de l'amélioration de la qualité des eaux du site, une installation de rectification de pH à la soude a été mise en service en mars 1994, et aménagée définitivement en 1995.
- En 1996, la gestion des eaux « intra-sites » a permis de dévier certaines venues d'eau vers le traitement à la soude ou le rejet direct.
- En mai 1996, le traitement au chlorure de baryum pour éliminer le radium, a été supprimé.
- En 1997, des études ont conclu à l'intérêt du mélange sélectif des eaux et à l'arrêt du traitement à la chaux au profit de la neutralisation à la soude, moyennant des consignes de pH plus élevées (pH = 8). Le traitement « tout soude » a été effectif depuis le 19/08/1997.
- En septembre 1998, la station de traitement à la chaux est arrêtée. Toutes les eaux sont déviées directement dans le bassin tampon et pompées vers l'installation de traitement à la soude.
- La maison du Garde a été rasée en 1999.
- A fin 1999, la station de traitement à la chaux a été démantelée. Le matériel a été évacué et stocké sur le site de COGEMA Lodève (34).
- L'atelier de recherches a été démantelé en 2001.
- En 2004, une étude a été réalisée par le SEPA pour évaluer la possibilité d'un traitement passif par drain calcaire. L'installation de traitement passif par drains carbonatés a été réalisée et mise en eau le 11/09/2006. Ce nouveau dispositif a permis de dériver trois venues d'eau supplémentaires vers les rejets directs et de diminuer progressivement le volume traité à la soude.
- Un deuxième dispositif de traitement par calcaire pour les eaux souterraines a été réalisé dans le bassin tampon. Il est entré en fonctionnement fin novembre 2008.
- En 2009, une aire de lavage des cailloux calcaires a été construite, ce qui a permis d'effectuer un premier lavage du calcaire des drains.
- Les clôtures délimitant le site ont été remises en état en 2009.
- La détermination de la qualité biologique de la Fouillouse a été déterminée par IBGN en juin 2009.

Les contrôles à réaliser (eau, air, bio-indicateurs) sont fixés par un arrêté préfectoral en date du 30/09/1993. Les résultats sont transmis à la DRIRE trimestriellement et accompagnés d'un bilan annuel.

Un échantillonnage quotidien est réalisé au sur les rejets du site (CEL3) et en aval du site dans la Fouillouse (CEL2). Un échantillonnage dans la Fouillouse en amont du site est réalisé mensuellement (CEL1) (résultats : cf. chapitre 8.1.3).

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 59/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

• Site du Villeret (fiche 701, annexes 2.2 – 3.2 – 4.1 et 5.2)

Le site du Villeret, d'une superficie de 16 ha, se situe à 600 m au Nord-Est du village du Villeret, et à 200 m au nord-ouest du site du Cellier. Le paysage environnant est constitué de bois, de prairies et de landes de pâtures.

Les travaux miniers ont consisté en la réalisation de galeries de recherche (dont une depuis le niveau -100 de la mine du Cellier), et en l'exploitation d'une mine à ciel ouvert sur une superficie de 9 ha. Une verse à stériles a été constituée à l'Est de la mine à ciel ouvert sur une surface de 7 ha.

La mine à ciel ouvert a été aménagée en plan d'eau (cote plan d'eau 1144 m NGF) avec un déversoir au Sud du lac. Les eaux au niveau de ce déversoir font l'objet d'un suivi (VIL11) (résultats : cf. chapitre 8.1.3). Ce déversoir, d'une longueur totale de 140 m, rejoint le ruisseau de la Fouillouse à la cote 1142,5 m NGF. Ce canal est busé dans sa partie amont sur 70 m pour permettre le passage du chemin entre Le Villeret et Parpaillon, puis devient à l'air libre jusqu'à l'exutoire.

La verse à stériles a fait l'objet d'un remodelage. La végétation a rapidement recolonisé cette verse. Les abords du plan d'eau ont également fait l'objet d'un remodelage. Les travaux de réaménagement se sont déroulés de 1989 à avril 1990.

Un plan-compteur a été dressé après réaménagement à maille 10 x 10 m. Les mesures, effectuées au SPP2, sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Zone de mesures	Ordre de grandeur des valeurs mesurées au SPP2 (en chocs/s)
Abords du plan d'eau	100 – 250 (un point mesuré à 440 c/s)
Abords verse à stériles	120 – 250
Ancienne verse à stériles	150 – 250 (un point mesuré à 850)

• Site de la Poudrière (fiche 704, annexes 2.5 – 3.2 – 4.1 et 5.2)

Le site de la Poudrière, d'une superficie d'environ 1 ha, se situe à 100 m à l'Ouest de la mine du Cellier, et à 700 m à l'Est du village du Villeret. Le paysage environnant est constitué de bois et de prairies.

Les travaux miniers ont consisté en une petite mine à ciel ouvert, exploitée en 1977. Le site a servi de poudrière durant l'exploitation du site du Cellier. La fouille a ensuite été remblayée avec les stériles et la terre végétale a été régalée en surface.

Un plan-compteur a été réalisé en avril 2010. Les mesures ont révélé un bruit de fond compris entre 80 et 110 c/s SPP2.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 60/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

• Site de la Rouchette (fiche 706, annexes 2.7 – 3.3 – 4.4 et 5.2)

Le site de la Rouchette, d'une superficie de 1 ha, se situe à 500 m au Sud du hameau d'Aubespeyre, à 4,4 km de Grandrieu, et à 1 km à l'Est de la mine des Pierres Plantées. Le site se trouve au niveau d'une zone de plateau faiblement penté en bordure d'une large combe, encadrée par des bois.

Les travaux miniers ont consisté en une tranchée de recherche de 665 m³ exploité en 1979. Les travaux de réaménagement ont été réalisés la même année. La fouille a été remblayée avec les stériles et la terre végétale a été régalée en surface.

Une clôture en barbelés délimite la parcelle. Une source a été repérée au sud du site. Un échantillon (LRO1) a été prélevé puis analysé (résultats : cf. chapitre 8.1.3).

Un plan-compteur a été réalisé en novembre 2009. Les mesures ont révélé un bruit de fond compris entre 130 et 200 c/s SPP2. Deux points à 450 c/s SPP2 ont été mesurés.

• Site du Sapet (fiche 707, annexes 2.8 – 3.3 – 4.5 et 5.2)

Le site du Sapet, d'une superficie de 0,4 ha, se situe à 300 m au Sud-Est de la ferme du Sapet, à 4,9 km au Sud-Est de Grandrieu et 1 km au Sud-Est de la mine des Pierres Plantées. Le site sur trouve sur le flanc d'une vaste et large combe occupée par des prairies.

Les travaux miniers ont consisté en des reconnaissances par petit chantier. Un puits, une cheminée d'aérage et deux galeries ont été réalisés. La lentille a été exploitée par tranches montantes vides boisées. 2 000 m³ de stériles ont été extraits et ont été mis en verse. Le puits a été remblayé avant 1975. Les tranches exploitées n'ont pas été remblayées.

A plusieurs reprises (1975, 1994, 1999 et 2000), des petits effondrements se sont produits à l'aplomb du dépilage. Des travaux de mise en sécurité ont eu lieu en 2001, par creusement d'une tranchée de 40 x 5 x 5 m, et remblayage du sommet du dépilage et du retour d'air. Une cheminée piézomètre a été mise en place. Les remblais ont été prélevés dans la verse, qui a ainsi quasiment disparue. Un nouvel effondrement s'est produit en 2004 et fut aussitôt comblé.

Aucun écoulement n'a été repéré. Le piézomètre a été relevé, un échantillon (SAP1) a été prélevé puis analysé (résultats : cf. chapitre 8.1.3). La mesure piézométrique a révélé la présence d'une nappe dans les travaux miniers à -2 m de la surface du sol.

Le site, en limite de plusieurs propriétés, est traversé de nombreuses clôtures en barbelés.

Un plan-compteur a été réalisé en décembre 2009. Les mesures ont révélé un bruit de fond compris entre 100 et 170 c/s SPP2. Trois points singuliers très localisés à 2900, 3000 et 4000 c/s SPP2 ont été mesurés. Sur l'ancienne piste d'accès, un point à 500 c/s SPP2 a été mesuré.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 61/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

• Site des Pierres Plantées (fiche 705, annexes 2.6 – 3.3 – 4.3 et 5.2)

Le site des Pierres Plantées, d'une superficie de 11,5 ha, se situe à 3,5 km au Sud de Grandrieu, et 800 m au Nord-Ouest de la ferme du Sapet. Le paysage environnant est constitué de bois de résineux et de prairies.

Les travaux miniers ont consisté en l'exploitation d'une mine à ciel ouvert de 1961 à 1965 jusqu'au niveau -55 m. L'exploitation fut reprise de 1974 à 1987 par travaux miniers souterrains (tranches descendantes remblayées sous remblais bétonnés, tranches montantes remblayées) jusqu'au niveau -250 m.

Les installations de surface ont été démantelées, à l'exception d'un hangar réutilisé par un agriculteur. Les travaux miniers souterrains ont été noyés. Les différents ouvrages de liaisons fond-jour ont été mis en sécurité par remblayage, dalle béton ou bouchon béton selon les ouvrages.

Les zones de stockage du minerai ont été décapées et mises en fond de fosse. La verse à stérile a servi au comblement de la mine à ciel ouvert. Les bords de la découverte ont été remodelés. Les travaux de réaménagement se sont achevés en novembre 1990. Le semis hydraulique du site a été réalisé en avril 1990.

Un fossé a été creusé à l'Ouest de la mine à ciel ouvert pour relier l'exutoire de la découverte (cote 1238 m NGF) au thalweg naturel drainant la partie ouest du site. Un suivi est réalisé au niveau de l'exutoire (PP2) et en aval du site, dans la rivière de Grandrieu (PP14) (résultats : cf. chapitre 8.1.3).

Le site est délimité au moyen de clôtures en barbelés.

Un plan-compteur à maille 20 x 20 m a été réalisé après les travaux de réaménagement. Les mesures, effectuées au SPP2, sont résumées dans le tableau ci-après :

Zone de mesures	Ordre de grandeur des valeurs mesurées au SPP2 (en chocs/s)
Zone de la MCO	250 – 450
Ancien carreau TMS	250 – 600
Zone de la verse	250 – 500
Zone de stockage du minerai	150 – 800

Un dosimètre de site a été implanté en novembre 1993.

Lors d'une visite du site en mars 2010, une zone à 1 500 - 2 000 c/s SPP2 a été repérée. Cette zone a fait l'objet d'un plan compteur afin de la délimiter plus précisément. Des travaux seront engagés.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 62/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

## 5.4.2 Bassin versant de la Truyère

• Site de Saint-Alban (fiche 710, annexes 2.11 – 3.5 – 4.8 et 5.5)

Le site de Saint-Alban se situe à 2 km au Nord de la ville de Saint-Alban-sur-Limagnole. Sa superficie est de 2,5 ha. Le site se situe en amont d'une large cuvette à fond plat ouverte vers le Sud, et en limite de bois et de prairies marécageuses.

Le site se trouve en amont d'un petit ruisseau de 2,5 km, affluent de la Limagnole et de la Truyère.

Les travaux miniers ont consisté en l'exploitation en 1977 d'une petite mine à ciel ouvert de 80 m de diamètre pour 17 m de profondeur. Les stériles ont servi au comblement partiel de la mine à ciel ouvert, cette dernière ayant été aménagée en plan d'eau pour la pêche. La profondeur maximale du plan d'eau est de 3 m. La terre végétale a été régalée à l'emplacement de l'ancienne verse à stériles.

Des prélèvements d'eau ont été effectués au niveau du ruisseau alimentant le plan d'eau (SAL1), au niveau du plan d'eau (SAL2) et en aval hydraulique du plan d'eau (SAL3), la surverse du plan d'eau se jetant dans le ruisseau affluent de la Limagnole (résultats : cf. chapitre 8.1.3).

Le parking actuel correspond à l'ancienne aire de stockage du minerai. Des tranchées de reconnaissance ont été réalisées en décembre 2009 afin d'estimer la quantité de minerai restée sur place. Des travaux d'enfouissement du minerai résiduel seront réalisés, une bonne partie de la plateforme montrant des anomalies > 500 chocs/s SPP2 (jusque 15 000 c/s localement en profondeur). Un plan-compteur sera réalisé à l'issue des travaux.

• Site de Pratlong (fiche 711, annexes 2.12 – 3.6 – 4.9 et 5.6)

Le site de Pratlong se situe à 700 m au Nord du village de Javols. Sa superficie est de 0,1 ha. Le site se situe sur un point culminant, au milieu d'un champ cultivé entouré d'une clôture en barbelés. L'environnement est constitué de prairies et de zones boisées.

Le site se situe en rive gauche du Triboulin, affluent rive gauche de la Truyère.

Les travaux miniers ont consisté en 1965 en l'exploitation d'un puits de 20 m de profondeur et d'une galerie de 26 m de longueur au niveau -18. En 1966, le puits a été remblayé et le carreau remodelé.

Un prélèvement d'eau (PRA1) a été réalisé sur la zone humide située à l'aval sur la structure (résultats : cf. chapitre 8.1.3).

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 63/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Un affaissement, de 3,5 x 4,5 m de superficie sur 1 m de profondeur, s'est récemment produit au droit de l'ancien puits remblayé. Des travaux de remblayage sont prévus.

Un plan-compteur a été réalisé en septembre 2010. Les mesures ont révélé un bruit de fond compris entre 120 et 200 c/s SPP2. Deux points singuliers très localisés à 1300 et 2500 c/s SPP2 ont été relevés. Ils se situent sur la structure exploitée et correspondent à des anomalies naturelles.

#### 5.4.3 Bassin versant du Tarn

• Site des Bondons (fiche 709, annexes 2.10 – 3.4 – 4.7 et 5.4)

Le site des Bondons, d'une superficie de 30,28 ha, se situe à environ 14 km au Nord-Est de Florac et à une vingtaine de kilomètres à vol d'oiseau au Sud-Est de Mende. Le gisement est localisé à 1 km du village des Bondons.

Le paysage environnant est constitué de versants bien marqués. Le site de la découverte est en amont d'un thalweg, drainé par le ruisseau des Besses, qui se jette lui-même dans le Briançon, affluent du Tarn.

Les travaux miniers ont consisté en l'exploitation d'une mine à ciel ouvert de 1987 à 1989. Celle-ci a été remblayée avec le minerai pauvre, puis recouverte par une couche de stériles de l'exploitation.

La verse à stériles a fait l'objet d'un remodelage afin d'assurer la gestion des eaux du site et la stabilité à long terme. Les travaux de réhabilitation se sont achevés en juin 1990.

Les installations de surface ont été démantelées, à l'exception du hangar atelier et des installations nécessaires au traitement des eaux. Des clôtures en barbelés délimitent la découverte et la verse à stériles.

La station de traitement des eaux se situe en contrebas du site. Cette station n'a jamais été activée car les normes de rejets ont toujours été respectées. Elle permet la floculation des eaux en provenance de la découverte et de la verse à stériles pour diminuer le taux de matières en suspension.

Le ruisseau des Besses a été déplacé 50 m plus au Nord-Ouest du site afin d'éviter tout contact avec les dépôts de stériles (autorisation par arrêté préfectoral n°78 du 24/02/88).

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 64/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Un plan-compteur à maille 10 x 10 m a été réalisé après les travaux de réaménagement. Les mesures, effectuées au SPP2, sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Zone de mesures	Ordre de grandeur des valeurs mesurées au SPP2 (en chocs/s)
MCO (moitié nord-est)	130 – 400
MCO (moitié sud-ouest)	350 – 800 (quelques points mesurés entre 850 et 1550 c/s)
Verse à stériles (moitié nord)	220 – 600 (un point mesuré à 1250 c/s)
Verse à stériles (moitié sud)	330 – 850 (environ 15% des points mesurés > 850 c/s)

Des prélèvements sont effectués en amont du site dans le ruisseau des Besses (LBD9), au niveau de l'exutoire de la MCO (LBD15), au niveau des rejets (LBD2), ainsi que dans le Briançon, en aval de la confluence entre le ruisseau des Besses et le Briançon (LBD1) (résultats : cf. chapitre 8.1.3).

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 65/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

# **6 RESIDUS ET DECHETS D'EXPLOITATION**

### 6.1 LES STERILES 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. Dans la pratique, en auréole du minerai ou à l'intérieur même du gisement, il est fréquent de trouver des roches ayant une teneur supérieure à celle des stériles, mais inférieure à une teneur de coupure définie selon les critères économiques du moment. Le tri radiométrique avait pour objet de les extraire séparément, pour éviter de « salir » le minerai.

La teneur des minerais déterminait le mode de traitement adapté :

- traitement statique pour les minerais dits « pauvres »,
- traitement dynamique pour les autres minerais.

Peu d'informations sont disponibles sur les teneurs de coupure « Stérile – Minerai Pauvre – Minerai » en fonction de chaque site. Le tableau suivant met en évidence les teneurs de coupure retenues sur quelques uns des sites.

Sites	Teneur de Coupure (ppmU)	
Oiles	Stériles – Minerai Pauvre	Minerai Pauvre – Minerai
Le Villeret	40	150 - 300
Le Devès 1	-	300
Le Devès 2	-	300
Les Pierres Plantées	Pas de minerai pauvre	800
Les Bondons	100	350 - 400

L'ensemble des stériles ont été mis en verses à proximité des lieux d'extraction ou en remblai dans les mines à ciel ouverts et les travaux miniers souterrains.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 66/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

# 6.1.2 Réaménagement des verses à stériles

Plus de 16,2 millions de tonnes de stériles ont ainsi été extraites. La très grande majorité (90 % environ) a servi au comblement des mines à ciel ouvert. L'excédent de stériles (2 312 340 t aux Bondons et 120 000 t au Villeret) est stocké sous forme de verse à stériles à proximité immédiate des sites. Les stériles extraits (mines à ciel ouvert et travaux souterrains confondus) correspondent entre 47 % et 88 % du volume total extrait. Ces chiffres sont fonction de la taille de découverture initiale et de la proportion des travaux de recherche.

De manière générale, les travaux de réaménagement de ces verses ont consisté en :

- un remodelage général des formes afin d'assurer une bonne intégration paysagère,
- une atténuation des pentes pour assurer leur stabilité,
- une gestion des eaux de ruissellement par des réseaux de banquettes drainantes,
- une gestion des eaux de percolations en pied des verses.

Des mesures radiométriques effectuées au SPP2 ont été réalisées après réaménagement. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous pour les sites présentant une verse à stériles :

Sites présentant une verse à stériles	Radiométrie (au SPP2 en chocs/s)
Le Villeret	150 – 250 *
Les Bondons	220 – 850 *

<sup>\*</sup> valeurs mesurées au SPP2, issues du plan compteur après réaménagement

#### • Site du Villeret :

La verse à stériles du Villeret représentait au départ 1 110 000 tonnes. Après utilisation de 590 000 tonnes de stériles pour la réhabilitation du site du Cellier, il reste une petite colline de 120 000 tonnes avec des pentes comprises entre 14 et 25 %. Le sommet de la verse se situe à la cote 1 170 m. La verse a ensuite été végétalisée par semis hydraulique.

#### • Site des Bondons :

Les études réalisées au sujet de la stabilité de la verse à stériles des Bondons montrent qu'avec une pente moyenne de 25°, le coefficient de sécurité du talus est au-delà de 1,5. La forme concave des courbes de niveau sur la verse, la surcharge réalisée au niveau des banquettes réalisées en pied de verse et leur compactage par les engins ont augmenté notablement la tenue dans le temps de la verse.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 67/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Pour respecter la pente générale des 25°, des banquettes de 4 à 5 m de large ont été réalisées tous les 10 m. La pente du talus entre ces terrasses est de l'ordre de 35°.

Ces banquettes présentent une contre-pente de 4 % vers le talus et sont pentées à 2 %, soit vers le ruisseau des Besses, soit vers le thalweg sud afin d'assurer une collecte des eaux de ruissellement.

Pour améliorer le drainage, un drain a été placé sur la banquette en pied de talus. Enfin, après compactage, une couche de matériaux drainant a été mise en place afin d'éviter le ravinement superficiel.

Le bassin versant de la verse est ainsi constitué par une série de petits bassins élémentaires très réduits, dont une partie est collectée dans le thalweg sud et une autre dans le ruisseau des Besses.

La plateforme supérieure de la verse a une pente de 2 à 20 % vers l'est suivant sa largeur. Elle a fait l'objet d'un compactage pour limiter les infiltrations. Une couche de matériaux drainants a également été mise en place.

La verse ainsi remodelée présente dans sa partie supérieure des surfaces en pente faible et une série de 8 banquettes espacées tous les 10 m, offrant des pentes comparables à celles des reliefs environnants.

La verse a ensuite été végétalisée par semis hydraulique et plantations arbustives.

# 6.1.3 Réutilisation particulière des stériles

Pendant les périodes d'exploitation des sites miniers, des cessions de stériles ont pu être réalisées, en petites quantités dans le cadre d'une politique de bon voisinage. 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.

Le tableau suivant synthétise les sites sur lesquels les stériles ont fait l'objet d'une réutilisation constatée ou probable, pendant l'exploitation ou après le réaménagement.

Sites	Observations
Le Cellier	Utilisation des stériles pour la réfection des chemins environnants, utilisateurs locaux et les communes
Le Villeret	Utilisation des stériles pour la réfection des chemins environnants, utilisateurs locaux
les Pierres Plantées	Utilisation des stériles pour la réfection des chemins environnants, utilisateurs locaux et la commune

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 68/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Cependant, il n'est pas impossible d'exclure que d'autres réutilisations de stériles aient pu avoir lieu pour les autres sites de la Lozère, pendant l'exploitation ou après le réaménagement.

Les actions visant à inventorier ces zones de réutilisation sont décrites dans le chapitre 11-4. Un survol aérien, couvrant l'ensemble des sites de la concession de Grandrieu, a ainsi été mené en septembre 2010. La présentation des résultats fera l'objet d'un dossier spécifique réalisé à l'issue d'une campagne de reconnaissance pédestre des zones d'intérêt mise en évidence par le survol aérien. Cette reconnaissance au sol sera réalisée au cours du 2ème semestre 2012.

# **6.2 LES RESIDUS DE TRAITEMENT**

Sur le département de La Lozère, seul le site du Cellier a fait l'objet d'un stockage de résidus de traitement du minerai.

Ces résidus proviennent du traitement par lixiviation dynamique des minerais les plus riches et du traitement par lixiviation statique des minerais à faibles teneurs (minerai pauvre) réalisé sur le site du Cellier.

Les résidus de lixiviation dynamique correspondent au minerai concassé résiduel après extraction de l'uranium (rendement 60 à 80 %) par attaque avec une solution d'acide sulfurique. Les liqueurs uranifères, chargées à quelques centaines de mg/l étaient recueillies et fixées sur des résines, puis acheminées vers l'usine de solvant du Cellier.

Les résidus de lixiviation statique correspondent aux tas de minerai brut arrosés par des solutions acides. Les liqueurs uranifères, également chargées à quelques centaines de mg/l, étaient envoyées vers l'usine solvant (si U > 0.8 g/l) ou vers les résines échangeuses d'ions (si U < 0.8 g/l).

Seuls les résidus dont le traitement s'est effectué sur le site durant la période 1970 à 1990 sont stockés au Cellier.

Quatre zones de stockage sont présentes sur le site du Cellier :

- Lagunes 1 et 2 : anciens bassins de décantation des boues de traitement des eaux sur lesquels ont été mis en place une aire étanche avec une aire de lixiviation statique accélérée du minerai.
- Stockage dans MCO: mise en stock dans une fosse divisée en 2 lagunes, nord et sud, avec un remplissage en alternance, ayant permis d'accélérer par drainage la consolidation des produits stockés (une coupe Nord-Sud du stockage MCO est représentée à la figure 11).
- Tas 1 : tas de lixiviation statique sur lequel repose un tas de minerai des Bondons sur aire étanche.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 69/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

• Tas 2 : important tas de minerai de lixiviation statique, avec une lagune de résidus de traitement de lixiviation dynamique (sables désuraniés).

Le plan de situation de ces résidus de traitement de minerai est représenté à la figure 10.

Ainsi, 1,7 Mt de la fraction fine désuraniée (sables et boues) ont été stockées au fond de la fosse principale et contiennent 646 g de Ra 226 (soit 0,37 mg/t). L'activité en radium 226 de ces résidus est de 23,9 TBq, représentant une activité massique de 14 kBq par kg de résidu.

La fraction grossière (blocs de minerai pauvre lixiviés) représente 4 Mt. Elle contient 487 g de radium 226 (soit 0,12 mg/t) pour une radioactivité totale de en radium 226 de 18,02 TBq et une activité massique moyenne de 44 kBq par kg de résidu. Lui sont associés les premiers résidus de traitement usine générés avant 1983, date de leur dépôt en carrière, pour un tonnage de 163 637 tonnes contenant 32,5 g de Ra 226 (soit 0,2 mg/t) pour une radioactivité totale en Ra 226 de 1,2 TBq et une activité massique moyenne de 73 kBq par kg de résidu.

L'ensemble de ces stockages (fiche ANDRA n° LAR1) sont soumis à la réglementation relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (rubrique 1735) et soumis à un arrêté préfectoral concernant la surveillance de l'environnement (AP du 30/09/1993 actualisé par l'arrêté préfectoral du 18/06/2001).

## 6.3 LES PRODUITS DE DEMOLITION DE L'USINE

Les produits de démantèlement de l'usine ont fait l'objet d'un contrôle de niveau de contamination sous la responsabilité du Centre de Radioprotection dans les Mines (CRPM). Les éléments contaminés ont été stockés dans la mine à ciel ouvert du Cellier. Les produits de démantèlement des bâtiments représentent 305 tonnes de ferrailles et 12 154 tonnes de béton.

## 6.4 LES BOUES DE STATION

Les boues issues de la station de traitement correspondent aux précipités (« flocs ») résultant du traitement à la soude. Ces boues sont pompées au niveau du bassin soude, puis injectées dans les travaux miniers souterrains au niveau de la cheminée Robbins. Elles rejoignent ainsi l'ancienne descenderie qui longe le stockage à l'Est. La cheminée Robbins a fait l'objet d'un aménagement pour recevoir les tuyaux de rejets des effluents. Ces travaux miniers souterrains font partie intégrante du stockage MCO. Ils communiquent directement avec l'ancienne mine à ciel ouvert.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 70/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Le traitement à la soude fonctionne occasionnellement, lorsque le débit à traiter est important. En 2009, un peu plus de 27 000 m³ d'eau ont été traités à la soude. La consommation de soude diminue au fil des ans suite à la mise en place du traitement passif par drains calcaires. Un peu plus de 12 000 litres de soude ont été utilisés en 2009. Pour 2008 et 2009, la consommation moyenne de soude est de 0,46 l/m³ d'eau traité. La quantité de boues générées par le traitement à la soude ont déjà diminué au cours du temps.

Les graves calcaires remplissant les bassins servant au traitement passif sont lavées à l'eau occasionnellement afin d'éliminer les précipités déposés à leur surface. Ce lavage est générateur de boues. Ces boues sont pompées et injectées dans les travaux miniers.

En 2009, 242 tonnes de boues ont été produites. Depuis 1991, 11 116 tonnes de boues ont été produites, dont 10 349 tonnes injectées dans les travaux miniers. Les 767 tonnes restantes sont stockées dans la boutonnière MCO.

Les opérations de pompage des boues au niveau du bassin soude sont réalisées périodiquement.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 71/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

# 7 EVALUATION DES IMPACTS EN TERME DE SECURITE PUBLIQUE

### 7.1 INTRODUCTION

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

- le décret n° 95-696 du 9 mai 1995 relatif à l'ouverture des travaux miniers qui, dans son article 44, précise que le document accompagnant la déclaration d'arrêt des travaux et installations devait comporter « un document relatif aux incidences prévisibles des travaux effectués sur la tenue des terrains de surface ».
- la loi n° 99-245 du 30 mars 1999 relative à la responsabilité en matière de dommages consécutifs à l'exploitation minière et à la prévention des risques miniers après la fin de l'exploitation qui, dans la reprise de l'article 93 du Code Minier, dispose que « lorsque des risques importants d'affaissement de terrains [...] ont été identifiés lors de l'arrêt des travaux, l'exploitant met en place les équipements nécessaires à leur surveillance et à leur prévention et les exploite »,
- le décret n° 2001-209 du 6 mars 2001, modifiant le décret n° 95-696 et en particulier l'article 44 du Code Minier, qui impose « la réalisation d'une étude ayant pour objet de déterminer si des risques importants [...] subsisteront après le donner acte mentionné au neuvième alinéa de l'article 91 du Code Minier ».

# Les risques sont liés à :

- l'existence d'ouvrages de liaison fond-jour (puits, galeries, montages ...),
- les risques de fontis, d'affaissement en surface pour les travaux souterrains,
- les risques de chutes de personnes à partir des têtes de parois,
- les risques d'instabilité des parois pour les exploitations à ciel ouvert.
- les risques d'instabilité ou de rupture pour les digues de retenue de stockage (non concernés pour les sites de Lozère).
- les risques d'instabilité des verses à stériles.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 72/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

#### 7.2 LES RISQUES LIES AUX TRAVAUX SOUTERRAINS [10]

#### 7.2.1 Les ouvrages de liaison fond-jour

L'inventaire des ouvrages fond-jour a été réalisé sur la base des documents d'archives et de la connaissance des sites. Il a mis en évidence 5 ouvrages verticaux et 4 galeries. Ne sont concernés que les ouvrages encore existants, n'ayant pas disparus lors de l'exploitation des mines à ciel ouvert.

La liste est figurée par site dans le tableau suivant :

Sites	Date d'exploitation	Nature de l'ouvrage	Dénomination	Section
Le Cellier 1956 - 1989		Cheminée	Cheminée Robbins	2,5 m
Le Ceillei	1950 - 1969	Descenderie	Descenderie	5 x 4 m
Lo Villoret	1962 – 1986	Galerie de recherche	-40	5 x 4 m
Le Villeret (1980 - 1988)		Galerie/Descenderie	-70	5 x 4 m
Les Pierres 1961 - 1987	Puits	1	4 x 3 m	
	Cheminée	Cheminée Robbins	2,8 m	
i idilicos		Descenderie	Descenderie (-25)	5 x 4 m
Le Sapet	1965 - 1967	Puits	1	4 x 3 m
Le Saper 1905 -	1905 - 1907	Cheminée	1	4 x 3 m
Pratlong	1965	Puits	/	4 x 3 m

Les risques de chutes de personnes ou d'animaux, les risques d'intrusion dans les travaux souterrains ont conduit les exploitants à obturer une partie des ouvrages par :

- remblayage total des ouvrages verticaux à l'aide de stériles miniers, avec réalisation ou non d'un bouchon béton sur les 5 derniers mètres,
- remblayage au toit de l'entrée des descenderies à l'aide de stériles,
- réalisation de bouchon béton à l'entrée des galeries.

#### Site du Cellier

La cheminée Robbins, d'une profondeur de 90 m, est la seule à ne pas être remblayée. Elle est busée sur les 15 premiers mètres et fermée par une trappe. Elle sert au dépôt des boues de traitement.

La descenderie a été remblayée au toit sur les 45 premiers mètres. Son entrée se situe actuellement sous 15 m de remblais (mine à ciel ouvert remblayée).

Les 2 premiers puits de recherches ont disparus dans l'exploitation de la mine à ciel ouvert.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 73/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

#### • Site du Villeret

Des bouchons en béton de 5 m ont été réalisés au niveau des entrées des deux galeries. La mine à ciel ouvert étant en eau, ces entrées sont actuellement respectivement sous 15 m et 50 m d'eau.

#### Site des Pierres Plantées

Le puits et la cheminée ont entièrement été remblayés à l'aide de stériles miniers. Sur ces deux ouvrages, un bouchon béton a été réalisé sur les 5 derniers mètres.

La descenderie a été remblayée au toit sur les 20 premiers mètres. Son entrée se situe actuellement sous 15 m de remblais (mine à ciel ouvert remblayée).

#### Site du Sapet

Le puits, d'une profondeur de 40 m a fait l'objet d'un remblayage avant 1975.

Les dépilages n'avaient pas été remblayés : de petits effondrements s'étant produits à plusieurs reprises au droit du dépilage, des travaux ont été entrepris en 2001. Une tranchée de 40 x 5 x 5 m a été réalisée. L'aplomb du dépilage et de la cheminée ont été remblayés. Les remblais provenaient d'une verse résiduelle qui a ainsi disparue. En 2004, un petit effondrement s'est produit. Il fut aussitôt comblé.

Une auscultation visuelle a été réalisée à plusieurs reprises depuis. Aucun désordre de surface ou anomalie n'a été constaté.

#### • Site de Pratlong

Le puits de 20 m de profondeur a été remblayé en 1966 après exploitation.

Une auscultation visuelle a été réalisée en 2010. Un affaissement de 0,80 m de profondeur s'est récemment produit au droit du puits, ce qui nécessitera une intervention pour combler la petite dépression.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 74/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

#### 7.2.2 Les infrastructures et chantiers souterrains

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

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

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

L'analyse des effondrements passés, notamment sur l'ancienne Division Minière de la Crouzille (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 H<sub>1</sub> 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	H₁
1,4	2,5 H
1,5	2,0 H
1,6	1,7 H

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 75/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

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 –  $12^{\text{ème}}$  congrès minier mondial – NEW DEHLI – novembre 1984) qui considère que la hauteur totale du vide disponible et fontis (H et H<sub>1</sub>) 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 sites mentionnés dans le tableau suivant :

Sites	Période d'exploitation	Dépilage associé	Niveaux	Sections (l×h en m)	Remblayage
Le Cellier	1956 - 1990	non	Descenderie	5 x 4	Au toit sur les 45 premiers mètres
Le Villeret	1962 - 1986	non	- 40	5 x 4	Non
Les Pierres Plantées	1961 - 1987	non	Descenderie	5 x 4	Au toit sur les 20 premiers mètres
Pratlong	1965	non	Galerie -18	3 x 2	Non

Ces risques d'affaissement doivent être toutefois relativisés :

 Les hauteurs des descenderies et galerie de recherche sont ici limitées à 5 m. L'application de la règle « Tincelin » écarte tous risques de désordre de surface au-delà d'un stot de 16 m. Aucun site n'est donc concerné.

L'application de la règle « INERIS » porte ce stot à environ 40 m.

Les départs des descenderies des sites du Cellier et des Pierres Plantées ayant été remblayés au toit respectivement sur les 45 et 20 premiers mètres, les risques d'affaissement sont négligeables. Sur ces deux sites, les entrées des descenderies se trouvent sous 15 m de remblais et creusées dans un granite compact.

Pour la galerie de recherche (- 40) du Villeret, le stot est inférieur à 16 m sur les 30 premiers mètres. Aucun affaissement n'a été remarqué au droit de cette galerie tracée au rocher il y a plus de 25 ans. Son entrée se situe sous 15 m d'eau. Les risques d'affaissement paraissent négligeables.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 76/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Pour la galerie -18 de Pratlong, tracée au rocher il y a 45 ans, aucun affaissement n'a été remarqué au droit de cette galerie. Les risques d'affaissement paraissent faibles et négligeables.

- L'autoremblayage 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 voûte 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).
- L'absence d'incidents à l'aplomb de ces galeries tracées au rocher il y a 25-30 ans, plaide en faveur d'une stabilité du bâti minier.

#### Les effondrements en tiroir

Ils concernent les chantiers exploités 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.

Seul le site du Sapet a fait l'objet de travaux d'exploitation sur une structure filonienne subverticale.

#### Le Sapet (Cf. fiche 707 de l'annexe 1) :

- 6 tranches exploitées à partir du niveau N-20 et 7 tranches exploitées à partir du niveau N-40.
- Hauteur exploitée : 32 m à l'ouest, 26 m à l'est
- Longueur exploitée : 13 à 40 m
- Stot: 3,7 à 4,5 m à l'ouest; 10,5 à 12 m à l'est
- Méthode : dépilages en tranches montantes par chambres vides boisées.
- Largeur exploitée ≈ 2 m.
- Remarque: la structure du filon exploité est N92° avec un pendage vers le sud de 82°. Les travaux sont complètement ennoyés (eau à -2 m). Des petits effondrements se sont produits à plusieurs reprises au droit du dépilage, des travaux ont été entrepris en 2001. Une tranchée de 40 x 5 x 5 m a été réalisée. Le sommet du dépilage et de la cheminée ont ainsi été remblayés. L'existence d'un important boisage ne permet pas de remblayer entièrement les vides. En 2004, un nouvel effondrement s'est produit et fut aussitôt comblé.
- <u>Conclusion</u>: Les risques d'effondrement de faible ampleur ne sont pas à exclure sur le site du Sapet, compte tenu de la faible épaisseur du stot et de la méthode d'exploitation.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 77/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

#### Remarque sur le site des Pierres Plantées :

Ce site a également fait l'objet de travaux miniers souterrains présentant des quartiers de dépilages. Cependant, le risque de mouvement de terrains à l'aplomb de ces chantiers peut être considéré comme nul du fait du remblayage intégral des zones dépilées (méthodes d'exploitation utilisées : tranches montantes remblayées et tranches descendantes remblayées sous remblai bétonnés).

#### 7.3 LES RISQUES LIES AUX MINES A CIEL OUVERT

Ces risques sont liés à la présence de parements résiduels pour les fosses non remblayées ou mises en eau et accessibles au public. Les sites concernés sont présentés dans le tableau suivant :

Sites	Etat de fosse	Observations
Le Cellier	MCO remblayée. Pas de parements visibles.	Site entièrement clôturé, inaccessible au public
Le Villeret	En eau. Pente des talus entièrement remodelés : 30-40° Berges subhorizontales aménagées de 10 m de large.	Berges accessible au public pour la pêche. Présence d'une clôture barbelée sur le pourtour du haut de talus.
Les Pierres Plantées	MCO remblayée. Pas de parements visibles.	Site entièrement clôturé, inaccessible au public
Les Bondons	MCO remblayée. Talus réaménagés. Pas de parements visibles.	Site entièrement clôturé. Entreprise installée sur le carreau.
St-Alban-sur- Limagnole	En eau. Aucun parement visible.	Berges accessible au public pour la pêche. Pas de clôtures.

Par ailleurs, le site de stockage de résidus de traitement du Cellier est entièrement clôturé et inaccessible au public.

#### 7.4 LES RISQUES LIES AUX VERSES A STERILES

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.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 78/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Dans le cas des verses à stériles constituées de blocs rocheux (ce qui est le cas pour les sites miniers lozériens), il peut s'agir de phénomènes mettant en jeu des volumes de matériaux restreints (quelques dizaines de m³) et prenant principalement la forme de glissement pelliculaire. De tels phénomènes n'ont pas été observés depuis 20 ans sur les verses des sites miniers visés par ce présent bilan de fonctionnement.

Les principales verses ont fait l'objet d'études de stabilité.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 79/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

#### 8 EVALUATION DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT

#### 8.1 IMPACT SUR LE VECTEUR EAU

#### 8.1.1 Voie 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 remblayés (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.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 80/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Pour les sites de la Lozère, les possibilités de marquage du vecteur eau sont résumés dans le tableau suivant :

Sites	Possibilités de marquage du vecteur eau
Le Cellier	<ul> <li>Percolation des eaux météoritiques dans le stockage.</li> <li>Captage des eaux minières au niveau de la barrière hydraulique.</li> <li>Ecoulements des eaux souterraines dans les TMS vers la nappe du stockage MCO.</li> </ul>
Le Villeret	Ecoulements des eaux souterraines de la MCO et des TMS vers le plan d'eau.
Le Devès 1	<ul> <li>Percolation des eaux météoritiques dans la tranchée remblayée.</li> <li>Ecoulements des eaux souterraines dans la tranchée remblayée vers un éventuel aquifère discontinu.</li> </ul>
Le Devès 2	<ul> <li>Percolation des eaux météoritiques dans la tranchée remblayée.</li> <li>Ecoulements des eaux souterraines dans la tranchée remblayée vers un éventuel aquifère discontinu.</li> </ul>
La Poudrière	<ul> <li>Percolation des eaux météoritiques dans la tranchée remblayée.</li> <li>Ecoulements des eaux souterraines dans la tranchée remblayée vers un éventuel aquifère discontinu.</li> </ul>
Les Pierres Plantées	Ecoulements des eaux souterraines dans les TMS vers les eaux d'un aquifère discontinu.
La Rouchette	<ul> <li>Percolation des eaux météoritiques dans la tranchée remblayée.</li> <li>Ecoulements des eaux souterraines dans la tranchée remblayée vers un éventuel aquifère discontinu.</li> </ul>
Le Sapet	Ecoulements des eaux souterraines dans les TMS vers un éventuel aquifère discontinu.
Arzenc – la Pique	<ul> <li>Percolation des eaux météoritiques dans la tranchée remblayée.</li> <li>Ecoulements des eaux souterraines dans la tranchée remblayée vers un éventuel aquifère discontinu.</li> </ul>
Les Bondons	<ul> <li>Percolation des eaux météoritiques dans la fosse remblayée.</li> <li>Débordement des eaux souterraines de la MCO remblayée.</li> </ul>
Saint-Alban	<ul> <li>Percolation des eaux météoritiques dans la MCO partiellement remblayée et en eau.</li> <li>Ecoulements des eaux souterraines dans la MCO partiellement remblayée vers la nappe ou vers un éventuel aquifère discontinu.</li> </ul>
Pratlong	Ecoulements des eaux souterraines dans les TMS vers un éventuel aquifère discontinu.

#### Voies de contamination des sédiments

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

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

 Le traitement des eaux, basé sur l'insolubilisation physico-chimique des radioéléments, peut laisser échapper une partie des particules formées qui sont ainsi restituées au milieu et sont susceptibles de décanter lorsque le régime hydrodynamique est favorable.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 81/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

 Les radioéléments contenus dans les eaux minières (exutoires miniers, verses à stériles), qui sont à large dominante sous forme soluble, peuvent s'adsorber (puis se 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.

Deux stations de traitement sont présentes sur les sites miniers de Lozère : une sur le site du Cellier, et une sur le site des Bondons qui n'a jamais été activée, tant pendant, qu'après l'exploitation.

Les rejets dans le milieu naturel représentent 5 à 10 % du débit du cours d'eau récepteur. Au vu des analyses réalisées en aval immédiat des sites, l'impact radiologique semble faible.

Pour les sites ne présentant pas de stations de traitement, et ayant un rejet identifié (cas des Pierres Plantées), les faibles débits (< 5 m³/h) semblent plaider, à priori, en faveur d'un très faible impact radiologique sur ce compartiment sédimentaire.

#### 8.1.2 Valeurs de référence « milieu naturel »

#### Références « milieu naturel » EAU :

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

Dans le cadre du suivi environnemental des sites de la Lozère, des prélèvements sont effectués mensuellement en amont hydraulique des sites du Cellier et des Bondons.

L'emplacement des points de prélèvements figure en annexes 3.1 (Le Cellier) et 3.4 (Les Bondons). Les résultats d'analyses sont présentés dans le tableau suivant et correspondent aux moyennes pour l'année 2010 :

Points de prélèvement	Localisation	U <sub>238</sub> soluble	Ra <sub>226</sub> soluble
CEL1	Ruisseau La Fouillouse En amont des sites du Cellier et du Villeret, à l'est du hameau « le Villeret »	9 μg/l (soit 1,08 Bq/l)	< 0,02 Bq/l
LBD9	Ruisseau des Besses En amont du site des Bondons, à l'est du hameau « le Crouset »	< 1 μg/l (soit < 0,012 Bq/l)	< 0,02 Bq/l

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 82/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

#### Références « milieu naturel » SEDIMENTS :

En l'absence de point zéro, des prélèvements de sédiments ont été réalisés dans la Fouillouse, en amont hydraulique des sites miniers – c'est-à-dire hors influence des sites du Cellier et du Villeret – afin d'obtenir des valeurs de références pour le milieu naturel.

Les valeurs de références pour le milieu naturel sont :

- U<sub>238</sub> compris entre 0,0039 et 0,006 g/kg (48 à 74 Bg/kg) de matière sèche,
- Ra<sub>226</sub> compris entre 77 et 130 Bq/kg de matière sèche.

#### Références « milieu naturel » VEGETAUX AQUATIQUES :

En l'absence de point zéro, des prélèvements de végétaux aquatiques ont été réalisés dans la Fouillouse, en amont hydraulique des sites miniers – c'est-à-dire hors influence des sites du Cellier et du Villeret – afin d'obtenir des valeurs de références pour le milieu naturel.

Les valeurs de références pour le milieu naturel sont pour le Ra<sub>226</sub> de l'ordre de 10 Bg/kg frais.

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

Compte tenu du manque d'informations sur certains petits sites miniers, une campagne de prélèvements d'eau a été réalisée en 2009, principalement sur les cours situés en aval hydraulique des sites, sur les éventuels plans d'eau issus d'anciennes fosses et sur les émergences observées sur les sites. L'emplacement des points de prélèvements et le détail des résultats analytiques sont présentés sur les cartes IGN figurant en annexe 3.

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

Les sites sont présentés de l'amont vers l'aval hydraulique des cours d'eau principaux à savoir : l'Allier, le Tarn et la Truyère.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 83/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

#### BASSIN VERSANT DE L'ALLIER

L'impact potentiel des sites sur la rivière Allier se fait exclusivement par l'intermédiaire du Chapeauroux, affluent rive gauche de l'Allier. Les principaux affluents du Chapeauroux sont, de l'amont vers l'aval : la Clamouze (aucun site minier sur son bassin versant), la Fouillouse (5 sites miniers), le Merdaric (2 sites) et le Grandrieu (1 site minier).

#### • Rivière le Chapeauroux

Le site d'**Arzenc – La Pique** est de taille très faible et peu susceptible d'impacter en premier cette rivière. Le Chapeauroux est situé 500 m plus au sud et 80 m en contrebas. La tranchée d'exploitation a été totalement remblayée. Lors de la visite de terrain effectuée en novembre 2009, seule une source a été repérée à proximité et en aval hydraulique du site. Un prélèvement d'eau (ARZ1) a été effectué (figure 12):

	U <sub>238</sub> sol (mg/l)	Ra <sub>226</sub> sol (Bq/I)
ARZ1	0,007	0,07

Les teneurs en U<sub>238</sub> et Ra<sub>226</sub> solubles sont faibles et illustrent probablement le fond radiologique naturel sur cette source située dans l'axe du filon exploité.

#### Ruisseau de la Fouillouse

Cinq sites sont susceptibles d'impacter la Fouillouse, et par conséquent le Chapeauroux puis l'Allier. D'amont en aval, il s'agit des sites de Devès 1, Devès 2, Villeret, la Poudrière et du Cellier.

#### Les Devès 1 et 2

Les sites des **Devès 1 et Devès 2** correspondent à des tranchées totalement comblées après exploitation. Au cours de la visite de novembre 2009, aucune venue d'eau et aucun cours d'eau n'ont été repérés à proximité des ces deux sites, situés au sommet de plateaux granitiques très boisés.

Les impacts sur le milieu naturel peuvent être considérés nuls.

#### Le Villeret

La mine à ciel ouvert en eau du site du Villeret possède une surverse dans le ruisseau de la Fouillouse, pouvant impacter ce dernier. Des prélèvements sont effectués mensuellement au niveau du rejet (VIL11 – figure 13), ainsi qu'en amont (CEL1 – figure 14).

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 84/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Les contrôles des eaux s'effectuent conformément au plan de surveillance proposé dans le rapport de déclaration de délaissement des travaux du 22 septembre 1989.

Un bilan des eaux de 1988 à 1998 a été réalisé en février 1999 dans le but d'obtenir l'arrêt des contrôles auprès de l'Administration.

Pour l'année 2010, le débit moyen annuel au niveau de l'exutoire est de 51 m<sup>3</sup>/h. Le débit maximal mensuel a été relevé en mai avec 220 m<sup>3</sup>/h.

Les résultats des prélèvements réalisés en 2010 sur VIL11 sont représentés dans le tableau cidessous :

	рН	SO <sub>4</sub> (mg/l)	U <sub>238</sub> sol (mg/l)	Ra <sub>226</sub> sol (Bq/I)	Conductivité (µS/cm)
VIL 11	6,34	< 2,6	0,008	< 0,02	62

L'impact sur la rivière Fouillouse est donc négligeable.

Remarque sur la faune aquatique de la mine à ciel ouvert en eau :

Un empoissonnement a été réalisé le 20/08/1992 avec 3000 Ombles chevalier.

Des prélèvements et des contrôles par la DDAF ont ensuite été réalisés en août et septembre 1993. Les résultats ne montrent pas d'anomalies particulières, mais l'opération est donnée pour échec (rapport de la Fédération de Pêche de décembre 1994), en raison d'une trop forte diminution de l'Oxygène dissous à partir de 2,50 m de profondeur.

Des Ombles de grandes tailles (20-25 cm) ont été toutefois été aperçus à plusieurs reprises en 1995.

En août 1997, des ombles, des truites et une carpe ont été pêchés à la ligne. Une analyse faite sur ces poissons par l'OPRI a montré une très faible activité en Radium 226, comparable à celles relevées sur la Fouillouse et sur d'autres sites miniers en France.

#### La Poudrière

Lors de la visite de terrain réalisée sur le site de la Poudrière en mars 2010, aucun rejet n'a été identifié. Un piézomètre (dénommé « Barret ») se situe à proximité immédiate de l'ancienne tranchée et fait l'objet d'un suivi mensuel. Pour l'année 2010, les résultats sont les suivants :

	рН	SO <sub>4</sub> (mg/l)	U <sub>238</sub> sol (mg/l)	Ra <sub>226</sub> sol (Bq/l)	CI (mg/l)
BARRET	5,86	< 2,5	0,001	< 0,03	5,2

Les impacts sur le milieu naturel sont donc nuls.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 85/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

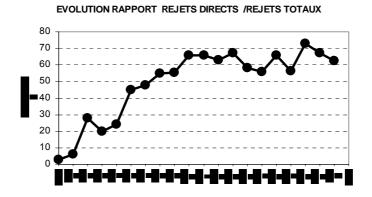
#### Le Cellier

Les eaux du site du Cellier sont rejetées dans la Fouillouse en aval du rejet du Villeret. Le site possède un stockage de résidus de traitement du minerai qui libère des eaux acides et chargées en sels. Les eaux du site, toutes identifiées, sont collectées puis dirigées selon leur qualité vers un dispositif de traitement ou rejetées directement après contrôle, dans le milieu naturel.

Un schéma représentant l'origine des eaux des rejets de la mine du Cellier est représenté à la figure 22.

En 2010, les eaux rejetées directement dans le milieu naturel (eaux ne nécessitant pas ou plus de traitement) représentent 62,5 % du rejet total. Sur le seul volume traité, 54 % proviennent d'eaux de percolation directe des tas de minerais, et 46 % sont issues d'eaux souterraines non captées et indirectement contaminées par les tas de lixiviation. Les eaux ayant subi un traitement passif par drains calcaires représentent 34,8 % des rejets. Quant aux eaux traitées à la soude, elles représentent 2,7 % des rejets.

Le graphique ci-dessous représente l'évolution du rapport des rejets directs du site par rapport aux rejets totaux depuis 1991 :



Le graphique ci-dessous représente la répartition des rejets par nature depuis 1991 :

# 100% 90% - 80% - 6

REPARTITION DES REJETS PAR NATURE

## Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère Août 2011 Page : 86/148 Rédacteur : MICA Environnement Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES) Version 2.0

Le volume des eaux rejetées dans la Fouillouse représente 5,4 % du volume total annuel de la rivière. Depuis 1992, ce rapport évolue selon les années entre 5,4 et 11 %. En moyenne mensuelle sur les années 2002 à 2008, ce rapport à varié de 3 à 8 % en période de hautes eaux à 35 % au maximum d'un mois d'étiage (août 2003).

En 2010, le facteur de dilution mensuel a varié de 4.4 à 9.3 % (mois de janvier), avec des valeurs de 6 à 8% en hautes eaux et de 10 à 17 % en basses eaux. Cette amélioration est due au fonctionnement régulier, au fil de l'eau du traitement passif par drains calcaires.

#### o Impact sur la rivière Fouillouse

Le rejet (CEL3) et l'aval du site (CEL2) sont échantillonnés quotidiennement. L'amont du site (CEL1) est quant à lui échantillonné ponctuellement à fréquence mensuelle (figure 14).

Le tableau ci-après donne les résultats d'analyses depuis 1992 sur les eaux du rejet ainsi que sur les eaux de la Fouillouse en amont et en aval du site :

		pH SO <sub>4</sub> (mg/l)		)	U <sub>238</sub> sol (mg/l)			Ra <sub>226</sub> sol (Bq/I)				
	amont	rejets	aval	amont	rejets	aval	amont	rejets	aval	amont	rejets	aval
1992	6,4	6,3	6,5	< 2,4	2 520	212	< 0,1	0,40	< 0,1	0,02	0,56	0,24
1993	6,4	6,6	6,6	< 2,4	2 364	162	< 0,1	0,34	< 0,1	0,10	0,43	0,21
1994	6,6	6,6	6,7	< 2,4	2 343	160	< 0,1	0,34	< 0,1	0,05	0,42	0,14
1995	6,6	6,6	6,6	< 2,4	2 151	164	< 0,1	0,16	< 0,1	0,13	0,45	0,15
1996	6,3	6,3	6,5	< 2,4	2 035	123	< 0,1	0,17	< 0,1	0,11	0,38	0,15
1997	6,4	6,5	6,5	< 2,4	2 323	167	< 0,1	0,20	0,1	0,05	0,23	0,08
1998	6,1	6,4	6,3	< 2,4	2 278	143	< 0,1	0,17	< 0,1	0,06	0,29	0,10
1999	6,0	6,4	6,2	< 2,4	2 082	134	< 0,1	0,17	< 0,1	0,05	0,32	0,11
2000	6,1	6,2	6,2	< 2,4	1 934	111	< 0,1	0,17	< 0,1	< 0,02	0,32	0,03
2001	6,5	6,2	6,4	< 2,4	1 145	115	< 0,1	0,18	< 0,1	0,02	0,23	0,02
2002	6,3	6,4	6,2	< 2,4	1 333	115	< 0,1	0,18	< 0,1	< 0,02	0,28	0,02
2003	6,4	6,2	6,4	< 2,4	1 559	136	< 0,1	0,17	< 0,1	< 0,02	0,33	0,02
2004	6,4	6,2	6,4	< 2,4	1 562	115	< 0,1	0,23	< 0,1	< 0,02	0,25	0,02
2005	6,4	6,4	6,4	< 2,4	1 513	108	< 0,1	0,27	< 0,1	< 0,02	0,21	< 0,02
2006	6,5	6,4	6,5	< 2,4	1 536	144	< 0,1	0,29	< 0,1	< 0,02	0,25	0,02
2007	6,5	6,5	6,5	< 2,4	1 403	118	< 0,1	0,36	< 0,1	< 0,02	0,21	0,02
2008	6,3	6,3	6,5	3,0	1 006	94	0,003	0,76	0,062	0,01	0,25	0,03
2009	6,5	6,6	6,6	6,9	1 005	111	0,002	0,81	0,078	< 0,02	0,21	0,03
2010	6,4	6,6	6,6	< 2,5	1 030	96	<0,00 9	0,67	0,070	< 0,02	0,19	0,03

L'impact sur le milieu naturel n'est donc pas négligeable avec des marquages en sulfates (environ 100 mg/l ajoutés) et uranium 238 soluble (environ 70 µg/l ajoutés). Les concentrations en radium 226 soluble demeurent du même ordre de grandeur en amont et en aval.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 87/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Les résultats des analyses physico chimiques en moyenne annuelle des rejets (CEL3) sont toujours conformes aux prescriptions de l'Arrêté Préfectoral n°93-1638, tels que présentés dans le tableau ci-après :

Analyses	Moyenne Annuelle 2009	Maximum journalier	Prescriptions A.P	Observations
Température		22°	≤ 30°	Mesure journalière
рН	6,6	5.5 à 7.5	6 à 8,5	Analyse journalière
MES	4,1 mg/L	18.8 mg/l	≤ 30	Analyse journalière
DBO5	< 3 mg/L	< 1 mg/l	≤ 40	1 analyse annuelle
DCO	< 30 mg/L	< 30 mg/l	≤ 90	1 analyse annuelle
N (kjeldahl)	< 1mg/L	< 2 mg/l	≤ 10	1 analyse annuelle
Hyd. totaux		< 1,25 mg/l	≤ 20	Arrêt des contrôles
Phénols			≤ 0,005	Arrêt de contrôles

Les analyses journalières DBO5, DCO, N, Hydrocarbures totaux, Phénols, ont été arrêtées après 18 années de mesures en dessous du seuil de détection.

Les prescriptions de l'Arrêté Préfectoral n°93-1638 sur le ruisseau en aval du rejet (CEL2) sont données dans le tableau ci-dessous :

Analyses	Moyenne Annuelle 2010	Maximum	Prescriptions A.P	Observations
Ra <sub>226</sub> soluble	0.03	0.08	0.37 Bq/L	Echantillon moyen hebdomadaire
U <sub>238</sub> soluble	0.07	0.153	1.8 mg/L	Echantillon moyen hebdomadaire
Baryum			1 mg/L	Arrêt des contrôles
Fer	0,04	0,08	0.2 mg/L	Echantillon moyen hebdomadaire
Sulfates	96	158	350 mg/L	Echantillon moyen hebdomadaire
Chlorures	4	7	150 mg/L	Echantillon moyen hebdomadaire
MinéralisationTotale	0,177	0,288	1 g/L	Echantillon moyen hebdomadaire

En 2010, les consignes réglementaires ont ainsi été respectées. Des dépassements ont toutefois été relevés au niveau du pH des rejets : 20 jours à pH compris entre 5,90 et 6,00 et 10 jours à pH compris entre 5,50 et 5,90.

En terme de flux annuel, la quantité d'uranium rejetée en 2010 dans le milieu naturel est de 211 kg. Celle de radium 226 soluble est de 61,5 MBq.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 88/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

#### o Faune aquatique

En application de l'AP n°93-1638 du 30 septembre 1993, la CFM fait procéder, par le Conseil Supérieur de la Pêche, à des pêches électriques biannuelles de prélèvement de poissons (Truites fario) dans la rivière Fouillouse.

Les derniers prélèvements de 2008 ont été effectués à l'aval de toutes les installations et du rejet du Cellier, au niveau du village de Parpaillon. Les analyses ont été effectuées par l'IRSN. Une nouvelle campagne de prélèvements a été réalisée en février 2011.

Les activités en Ra<sub>226</sub> sont faibles (0,25 Bq/kg) et voisines de celles trouvées dans les poissons de lacs du Massif Central.

#### Sédiments

Des prélèvements de sédiments ont été effectués dans le ruisseau de la Fouillouse, en amont et en aval du site du Cellier. Les résultats des analyses, exprimés en Bq/kg, sont figurés dans le tableau ci-dessous :

	U <sub>238</sub> (Bq/kg)	Ra <sub>226</sub> (Bq/kg)	Th <sub>228</sub> (Bq/kg)	Th <sub>230</sub> (Bq/kg)	Th <sub>232</sub> (Bq/kg)
Amont 1993	74	77	-	-	-
Aval 1993	1722	666	-	-	-
Aval 1995	2583	480	-	-	-
Aval 1997	6273	810	-	-	-
Amont 1999	48	130	-	-	-
Aval 1999	2214	470	-	-	-
Aval 2002	2214	410	-	-	-
Aval 2004	5000	320	-	-	-
Aval 2006	7100	1100	130	300	110
Aval 2008	992	276	-	151	45
Aval 2011	971	182	-	< 259	33

L'impact des rejets sur le compartiment sédimentaire est net en particulier sur l'uranium. Les variations observées d'une année sur l'autre sont plus liées à la nature du sédiment prélevé (avec une activité massique plus importante pour des sédiments à dominante argileuse et riche en matière organique) qu'à la qualité du rejet de l'année considérée.

#### Qualité biologique des eaux de la fouillouse (ibgn)

Une campagne de détermination de l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) a été réalisée sur la rivière Fouillouse afin de déterminer l'incidence des rejets des anciennes mines d'Uranium du Villeret et du Cellier, sur la qualité biologique des eaux. Les relevés dans le cours d'eau ont été réalisés en juillet 2009 au niveau des points CEL1 (amont), CEL2 (aval) et du Pont Martel (aval rejets Villeret).

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 89/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

En résumé, les 3 stations échantillonnées ne présentent pas de différences significatives en terme de faune benthique et la faible diversité observée serait à mettre en relation avec une faible disponibilité en habitats. La présence d'un même taxon indicateur sensible aux pollutions sur les 3 stations est le signe d'une bonne qualité des eaux.

#### o Végétaux aquatiques

Des prélèvements de végétaux aquatiques ont été effectués en dans le ruisseau de la Fouillouse, en aval et en amont du site du Cellier. Les résultats des analyses, exprimés en Bq/kg frais, sont figurés dans le tableau ci-dessous :

	U <sub>238</sub> (Bq/kg)	Ra <sub>226</sub> (Bq/kg)	Th <sub>228</sub> (Bq/kg)	Th <sub>230</sub> (Bq/kg)	Th <sub>232</sub> (Bq/kg)
Amont 1993	-	7	-	-	-
Aval 1993	-	172	-	-	-
Aval 1995	-	58	-	-	-
Aval 1997	-	360	-	-	-
Aval 2002	-	8	-	-	-
Aval 2003	-	-	-	-	-
Aval 2004	360	7	-	-	-
Aval 2006	650	150	2,5	6,6	1,7
Aval 2008	1805	26	3,6	4,6	0,4
Aval 2011	1411	194	-	< 44,0	-

A l'image des sédiments, on observe un marquage en uranium des végétaux aquatiques sans impact sur la qualité hydrobiologique du cours d'eau.

#### • Ruisseau de Merdaric

Deux sites sont susceptibles d'impacter ce ruisseau, via le ruisseau Bourret : il s'agit d'amont en aval des sites du Sapet et de la Rouchette.

#### Le Sapet

Au cours des visites de terrain effectuées fin 2009, aucun n'écoulement n'a été repéré sur le site du Sapet. Un prélèvement (SAP1) a été effectué au niveau de la cheminée - piézomètre, donc sur les eaux noyant les travaux miniers souterrains, un prélèvement au niveau de l'abreuvoir (SAP2) et un à l'aval sur le réseau de drainage agricole de la parcelle (SAP3).

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 90/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Les résultats figurent dans le tableau ci-après :

	U <sub>238</sub> sol (mg/l)	Ra <sub>226</sub> sol (Bq/I)
SAP1	3,919	128
SAP2	< 0,001	0,01
SAP3	0,001	0,01

En dépit d'un fort marquage des eaux du réservoir minier, aucun impact dans l'environnement n'est perceptible.

Les résultats complets d'analyse effectués sont présentés dans les tableaux de la figure 15.

#### La Rouchette

Sur le site de la Rouchette, une source a été repérée juste en contrebas du site. Un prélèvement a été effectué (LRO1) puis analysé. Cette source est captée pour l'abreuvage des vaches. Aucun autre écoulement ou venue d'eau n'a été repéré à l'aval du site. Les résultats figurent dans le tableau ci-après :

	U <sub>238</sub> sol (mg/l)	Ra <sub>226</sub> sol (Bq/I)
LRO1	< 0,001	< 0,02

L'impact des sources relevées à proximité des sites de la Rouchette et du Sapet est nul sur le ruisseau de Merdaric.

Les résultats complets d'analyse effectués sont présentés dans les tableaux de la figure 16.

#### • Rivière de Grandrieu

Seul le site des **Pierres Plantées** peut impacter la rivière de Grandrieu. Les travaux de réaménagement se sont achevés en novembre 1990.

Le niveau de l'eau dans les travaux miniers a atteint la cote de débordement dans la cuvette résiduelle de la carrière en janvier 1991.

Des prélèvements sont effectués trimestriellement au niveau du rejet des eaux du site dans le milieu naturel (point de prélèvement PP2) et de la rivière de Grandrieu, située en aval du site (point de prélèvement PP14).

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 91/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Les résultats d'analyses depuis 2000 (en moyenne annuelle) des points PP2 et PP14 sont présentés dans le tableau ci-après :

	PP2 (rejet)				PP14 (av	/al)	
	рН	U <sub>238</sub> sol (mg/l)	Ra <sub>226</sub> sol (Bq/I)	Débit en m³/h	рН	U <sub>238</sub> sol (mg/l)	Ra <sub>226</sub> sol (Bq/I)
2000	6,9	< 0,1	0,02	9,75	6,48	< 0,1	0,04
2001	7,3	< 0,1	0,02	6,05	7,1	< 0,1	0,03
2002	7,1	< 0,1	< 0,02	4,57	7,0	< 0,1	< 0,02
2003	7,0	< 0,1	< 0,02	3,71	6,9	< 0,1	< 0,02
2004	7,0	< 0,1	< 0,02	4,53	6,7	< 0,1	< 0,02
2005	7,4	< 0,1	< 0,02	4,43	7,1	< 0,1	< 0,02
2006	7,2	< 0,1	< 0,02	6,41	7,1	< 0,1	0,03
2007	6,9	< 0,1	0,02	5,19	6,9	< 0,1	0,02
2008	7,0	0,051	0,07	1,70	6,9	0,005	< 0,02
2009	6,0	0,005	0,02	2,23	6,4	0,001	0,02
2010	5,4	<0,017	<0,07	6,20	6,6	0,001	< 0,01

La rivière de Grandrieu, située à l'aval du site, ne révèle donc aucun impact des anciens travaux miniers. Un bilan des eaux de 1988 à 1998 a été réalisé en février 1999 dans le but de demander l'arrêt des contrôles auprès de l'administration. Ce bilan a été réactualisé en 2007 et adressé à la DRIRE.

Les résultats d'analyse effectués sont présentés dans les tableaux de la figure 17.

#### BASSIN VERSANT DE LA TRUYERE

L'impact potentiel des sites sur la rivière la Truyère se fait majoritairement par l'intermédiaire de cours d'eau affluents comme le Triboulin et la Limagnole.

#### • Ruisseau le Triboulin

Seul le site de **Pratlong** peut impacter le Triboulin, affluent rive gauche de la Truyère.

Lors de la visite de terrain d'avril 2010, un prélèvement (PRA1) a été effectué dans une zone humide située à l'aval immédiat sur la structure minéralisée :

	U <sub>238</sub> sol (mg/l)	Ra <sub>226</sub> sol (Bq/l)
PRA1	0,04	0,09

Les résultats complets d'analyse sont présentés à la figure 18.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 92/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

#### • Rivière La Limagnole

Seul le site de **Saint-Alban** peut influencer les eaux de la Limagnole, affluent rive droite de la Truyère. Le site de Saint -Alban correspond à une mine à ciel ouvert remblayée et mise en eau. La surverse du plan d'eau se fait dans un petit ruisseau se jetant dans la Limagnole.

Lors de la visite de terrain en novembre 2009, des prélèvements ont été effectués en amont du plan d'eau (SAL1), au niveau de la surverse (SAL2) et en aval du plan d'eau (SAL3). Les résultats d'analyses sont représentés dans le tableau ci-dessous :

	U <sub>238</sub> sol (mg/l)	Ra <sub>226</sub> sol (Bq/l)
SAL1 (amont)	< 0,001	0,10
SAL2 (plan d'eau)	0,004	0,02
SAL3 (aval)	0,011	0,17

Un très léger impact est visible, dû aux eaux de percolation à travers les remblais de la fosse.

Les résultats complets d'analyse sont présentés dans les tableaux de la figure 19.

#### BASSIN VERSANT DU TARN

Seul le site des **Bondons** se situe sur ce bassin versant, via le ruisseau des Besses, puis la rivière le Briançon, affluent rive droite du Tarn. Une station de traitement des matières en suspension par floculation est encore présente sur le site, mais n'a jamais été en fonctionnement.

Le site comprend une mine à ciel ouvert remblayée et une verse à stériles. Des prélèvements sont effectués mensuellement et/ou trimestriellement en amont du site dans le ruisseau des Besses (LBD9), au niveau de l'exutoire de la fosse (LBD15), au niveau des rejets (LBD2), ainsi que dans la rivière le Briançon en aval de la confluence avec le ruisseau des Besses (LBD1).

Une nappe « artificielle » s'est créée dans le remblai de la mine à ciel ouvert. Elle déborde à la cote 814 m depuis mars 1992 (le fond de la fosse se situant à la cote 803 m, cette nappe est donc de faible volume). Il n'y a aucun autre exutoire à cette nappe, les schistes étant parfaitement imperméables. Les eaux de débordement s'infiltrent dans un drain sous la route et rejoignent les drains de la verse à stériles. Elles sont mélangées ainsi aux autres eaux du site et contrôlées au niveau des rejets (LBD2).

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 93/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

L'historique ci-dessous retrace les faits marquants depuis la fin des travaux de réaménagement en juin 1990 :

- En mars 1991, le débordement de la cuvette MCO a été constaté et s'est poursuivi depuis. Depuis cette date, la résurgence des eaux à l'exutoire de la MCO présente des valeurs élevées en uranium et sulfates mais en baisse régulière.
- En octobre 1994, un procès-verbal a été dressé pour "pollution" constatée dans le ruisseau des Besses, à l'aval des rejets, à cause d'une teneur élevée en métaux lourds (tels de Ni, Zn, Mg), et d'un «colmatage» du lit du ruisseau par un dépôt blanchâtre (sels de magnésium et un dépôt noirâtre).
- Les métaux lourds (Ni, Zn, Mg) ont été effectivement décelés dans les rejets à l'aval des verses. Les teneurs étaient élevées en Nickel (600 μg/l en moyenne) avec des maxima à 3 000 μg/l après la crue de décembre 1994.
- Ce phénomène, lié à l'altération météorique des pyrites de la verse à stériles s'est stabilisé et les teneurs en métaux ont nettement baissées depuis mai 1996, pour être maintenant négligeable.
- Le 17 août 1995, le jugement a été rendu, une condamnation du directeur général avec sursis et dommages et intérêts à TOS et à la Fédération de pêche est prononcée.
- Un appel a été interjeté sur le jugement. La relaxe a été prononcée le 20/12/1997.
- Un dossier a été déposé à la DRIRE le 13 juillet 2004 pour solliciter l'arrêt définitif des contrôles réguliers.

A ce jour, 4 points de contrôle des eaux dans l'environnement subsistent :

• Amont Ruisseau des Besses : point de prélèvement LBD9

• Exutoire de la mine à ciel ouvert : LBD15

Rejets bassins : LBD2

• Aval Ruisseau du Briançon : LBD1

o Eaux de percolation de la mine à ciel ouvert (LBD15) :

Rappelons que pour remblayer la mine à ciel ouvert, 523 840 tonnes de minerais à faible teneur, soit 120 T d'uranium, ont été utilisés.

Le débordement de la cuvette MCO a été constaté en mars 1991 et s'est poursuivi depuis.

Le décanteur en sortie de la cuvette a été recouvert à fin 1994 avec du tout-venant calcaire pour diminuer les interactions entre les eaux de ruissellement et la nappe du stockage.

En 1997, un essai de traitement des eaux sur résines échangeuses d'ions a été réalisé. La baisse des teneurs en Uranium n'a pas nécessité la poursuite de cet essai. Le conteneur à résidus a été retourné sur COGEMA – JOUAC (Haute Vienne) en 1999.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 94/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

La qualité des eaux pour 2010 au niveau de l'exutoire de la mine à ciel ouvert est la suivante :

_	Débit moyen (m³/h)	рН	SO <sub>4</sub> (mg/l)	U <sub>238</sub> sol (mg/l)	Ra <sub>226</sub> sol (Bq/l)
LBD15 (exutoire MCO)	1,73	7,78	1 848	5,262	0,08

Les valeurs élevées en uranium sont dues au lessivage dans la zone de battement de la nappe des minerais à faible teneur stockés dans l'ancienne fosse. De 1994 à 1999, l'ajout de calcaire dans le décanteur MCO puis l'utilisation de résines échangeuses d'ions avaient permis d'abaisser les teneurs à 3 mg/l. La baisse des teneurs en uranium n'avait pas nécessité la poursuite du traitement sur résines échangeuses.

Le pH augmente imperceptiblement depuis l'origine des mesures. Cette nappe « artificielle » est limitée à l'emprise de la mine à ciel ouvert (environ 2 ha) dont le fond est à la cote 803 m. Elle déborde à la cote 814 m. Elle est donc de faible volume. Il n'y a aucun autre exutoire à cette nappe, les schistes étant parfaitement imperméables.

Les eaux de débordement s'infiltrent dans un drain sous la route et la verse à stériles. Elles sont mélangées ainsi aux autres eaux du site et contrôlées au niveau des rejets (LBD2).

#### o Rejet des eaux dans le milieu naturel (LBD2) :

Le volume annuel des rejets du site en 2010 est de 74 145 m<sup>3</sup>. Le tableau ci-dessous donne l'évolution moyenne annuelle de la qualité des eaux du rejet :

Années	Débit (m³/h)	рН	SO <sub>4</sub> (mg/l)	U <sub>238</sub> sol (mg/l)	Ra <sub>226</sub> sol (Bq/l)	Miné. Totale (mg/l)	M.E.S. (mg/l)
1989	5,5	8,2	103	0,15	0,19	-	-
1990	6,8	7,9	135	0,09	0,15	-	-
1991	4,3	7,7	573	0,98	0,07	-	-
1992	6,7	8,0	663	1,28	0,15	-	-
1993	7,0	8,0	1 953	3,01	0,11	-	-
1994	22,9	7,8	2 465	2,86	0,11	-	-
1995	7,9	7,6	1 808	1,00	0,17	2 600	5,0
1996	8,3	7,7	2 113	1,06	0,30	2 705	3,8
1997	9,2	7,7	2 330	0,79	0,23	2 982	5,6
1998	11,5	7,5	1 744	0,47	0,19	2 232	6,3
1999	13,9	7,3	1 216	0,36	0,15	2 612	8,3
2000	25,6	7,3	2 325	0,48	< 0,02	2 976	7,9
2001	13,8	7,2	1 636	0,78	0,02	2 197	5,2
2002	5,5	7,3	1 508	0,64	< 0,02	1 922	5,2
2003	14,8	7,4	1 874	0,71	< 0,02	2 365	4,2
2004	6,0	7,4	2 154	0,91	< 0,02	2 314	4,4
2005	10,0	8,0	1 621	1,62	< 0,02	2 140	3,8
2006	4,5	7,9	1 602	1,49	0,025	2 050	2,7
2007	7,3	7,6	1 482	1,34	<0,025	1 862	7,0
2008	24,1	7,3	1 412	0,49	<0,02	1 707	3,3
2009	7,1	7,7	1 173	1,00	<0,02	1 798	3,2
2010	8,4	7,8	1 075	0,65	< 0,03	1 538	3,6

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 95/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Les consignes de l'Arrêté Préfectoral n°92-0026 sur les rejets LBD 2 sont les suivantes :

Analyses	Moyenne annuelle	Maximum mensuel	Consigne A.P	Observations
Matières en suspension (mg/l)	3.2	5.4	< 25 mg/l	
Minéralisation totale (g/l)	1.86	2.16	< 2 g/l	
U soluble (mg/l)	0.485	1.66	< 1,8 mg/l	
Ra <sub>226</sub> sol (Bq/l)	< 0,02	<0,02	< 0,74 Bq/l	Absence de Radium soluble
Ra <sub>226</sub> insoluble			< 0,022 Bq/l	Non analysé
Baryum	< 0,02		< 1 mg/l	1 analyse annuelle
DCO (mg/l)			< 50 mg/	Plus analysé, Inférieur à la limite de détection
pH	7,72	Mini 7.1 Maxi 8.3	6,8 à 8,5	

Les moyennes annuelles sont donc conformes aux consignes de l'Arrêté Préfectoral.

En 2010, le flux en uranium a été de 48 kg/an; celui en sels dissous (minéralisation totale) de 101 t/an.

Depuis 1995, les flux en uranium sur les rejets sont faibles et varient entre 50 et 150 kg/an, en fonction du volume des rejets.

Les sels ont un flux annuel plus conséquent, variable de 80 à 360 tonnes depuis 2001.

Le 07/12/1994, des métaux lourds avaient été décelés dans les rejets :

• Nickel: 3 800 μg/l,

• Zinc: 400 μg/l,

Magnesium : 537 mg/l,

• Calcium : 262 mg/l,

Cuivre : 80 μg/l.

Le suivi mis en place sur le site et son environnement depuis cette date montre une amélioration régulière des teneurs en Nickel sur tous les points de mesures.

Seuls, à ce jour, les rejets font l'objet encore d'un contrôle trimestriel. Les résultats montrent une très nette décroissance depuis 8 ans de 600 à moins de 30  $\mu$ g/l en 2008.

Par comparaison, les normes de potabilité de l'eau en Nickel sont de 50 µg/l.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 96/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

o Impact du site sur le ruisseau du Briançon (LBD1) :

Les résultats des analyses effectuées en 2010 sont présentés dans le tableau ci-dessous :

	рН	SO <sub>4</sub> (mg/l)	U <sub>238</sub> (mg/l)	Ra <sub>226</sub> (Bq/I)
LBD9 (amont)	8,25	-	< 0,001	< 0,02
LBD15 (exutoire MCO)	7,78	1 848	5,262	0,08
LBD2 (rejet)	7,84	1 075	0,651	< 0,03
LBD1 (aval Briançon)	8,1	24	0,022	< 0,02

Les moyennes mesurées sur les rejets sont conformes aux consignes de l'arrêté préfectoral, à savoir : U < 1.8 mg/l et  $Ra_{226} < 0.74 \text{ Bq/l}$ .

Les résultats d'analyses effectuées sur les eaux sont présentés aux figures 20 et 21.

L'impact du site des Bondons sur le vecteur eau est donc faible.

#### 8.1.4 Bilan des impacts sur le milieu aquatique

Le contrôle des eaux réalisé en 2009-2010 ont porté sur des prélèvements réalisés :

- dans les MCO en eau (Villeret, St-Alban-sur-Limagnole),
- au niveau des rejets identifiés des plans d'eau dans le milieu naturel (Villeret, Saint-Alban),
- au niveau de sources situées à proximité des sites (Arzenc -La Pique, La Rouchette, Pratlong)
- au niveau des ruisseaux récepteurs des rejets,
- au niveau des ruisseaux potentiellement impactés en aval hydraulique des sites.

Ces résultats sont synthétisés comme suivant :

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 97/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Sites	Ruisseau amont hydraulique	MCO en eau	Rejet	Ruisseau récepteur
Le Cellier	2 <0,02 _		<b>→</b> 674 0,19 -	→ 70 0,03
Le Villeret	Point haut (pas d'amont hydraul.)	_	► 8 0,02 ·	
Le Devès 1	Point haut			
Le Devès 2	Point haut			
La Poudrière	Point haut			
Les Pierres Plantées	Point haut		17 0,07 -	<b>→ 1</b> 0,01
La Rouchette	Point haut			<1 <0,02
Le Sapet	Point haut			<1 0,01
Arzenc – La Pique	Point haut			7 0,07
Les Bondons	1 <0,02	5 262 0,08-	651 <0,03	→ 22 <0,02
Saint-Alban	<1 0,10 —	<b>→ 4</b> 0,02 -	<mark>≻11</mark> 0,17	
Pratlong				40 0,09

En vert : U<sub>238</sub> sol. en µg/l En noir : Ra<sub>226</sub> sol. en Bq/l

#### En résumé, on peut dire que :

- Les eaux des mines à ciel ouvert présentent de faibles charges en uranium 238 (4 μg/l) et en radium 226 (0,02 Bq/l), à l'exception de celle des Bondons (5,262 mg/l) qui est intégrée dans la gestion des eaux intrasites.
- Leurs rejets sont conformes avec la qualité mesurée dans les plans d'eau (Le Villeret, Saint-Alban).
- L'impact sur les milieux récepteurs est largement tributaire du rapport de dilution. L'impact est négligeable sur les cours d'eau à plus fort débit où l'effet de dilution est plus important (ex : les Bondons avec un rejet à 651 μg/l d'U<sub>238</sub> atténué par dilution dans le cours d'eau récepteur à 22 μg/l d'U<sub>238</sub>).

#### 8.2 IMPACT SUR LE VECTEUR AIR

#### 8.2.1 Voies de contamination de l'air

Les voies d'exposition du vecteur air concernent :

• Le rayonnement gamma (exposition externe) produit par des radioéléments présents naturellement dans le sol ou amplifié du fait de la mise à jour de produits résultant de l'activité minière (stériles, minerais,..) ou industrielle (résidus de traitement).

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 98/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

- L'exposition interne par inhalation des radons 220 et 222, gaz radioactif naturel produit par désintégration du radium 226 (présent naturellement dans le granite et en plus grande quantité dans le minerai ou les résidus de traitement).
- L'exposition interne par inhalation de poussières radioactives en suspension dans l'air.

#### 8.2.2 Surveillance de la qualité radiologique de l'air

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

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

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

- dans la zone d'habitation la plus proche du site (afin de prendre en compte la population la plus exposée),
- à distance des murs pour s'affranchir de leur rayonnement propre,
- de telle sorte que la radiométrie à l'intérieur de la zone d'influence de l'appareil soit représentative de la radiométrie moyenne autour des habitations du groupe de référence (obtenue par plan compteur SPP2),
- à 1,5 m au-dessus du sol (hauteur moyenne de la bouche et du nez d'un individu adulte qui sont les voies d'entrée des substances radioactives dans l'appareil respiratoire) : exigence des normes NF M60-763 et M60-764.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 99/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Les mesures d'Energie 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).

Un seul site a fait l'objet d'un point zéro avant exploitation. Il s'agit du site des Bondons, dont l'exploitation a débuté en 1987.

La mise en place des dispositifs de contrôle de la qualité de l'air résulte de l'application d'arrêtés préfectoraux après réaménagement des sites. Ces dispositifs de contrôle sont appliqués actuellement dans l'environnement des sites du Cellier (AP du 18/06/2001) et des Bondons (AP du 16/01/1992). Ce dispositif est appliqué également sur le site des Pierres Plantées, à l'initiative de COGEMA.

#### 8.2.3 Résultats de la surveillance de la qualité de l'air

#### Référence « MILIEU NATUREL »

Fin des années 1980, une cartographie gamma a été faite en suivant les routes de la région du site du Cellier. Les mesures ont été effectuées à l'aide de grandes chambres d'ionisation (2 fois 120 litres) montées sur camion-laboratoire du CRPM.

Débit de dose gamma à l'extérieur des sites miniers :

Afin de connaître le bruit de fond naturel hors zones uranifères, les routes « Le Cellier vers Langogne » et « Le Cellier vers Grandrieu » ont été parcourues. Les valeurs obtenues oscillent entre  $0,1~\mu\text{Gy/h}$  sur une zone basaltique à 2 km à l'ouest de Langogne et  $0,3~\mu\text{Gy/h}$  dans les villages du Cellier, de Chastanier et du Villeret, ainsi qu'à proximité des exploitations minières.

Débit de dose gamma en périphérie des sites miniers :

Le camion-laboratoire a suivi les limites du site du Cellier. Les débits de dose gamma relevés varient de 0,15 à 0,6  $\mu$ Gy/h sur l'ensemble du pourtour. Les valeurs les plus élevées étant rencontrées au nord du site. Un plan compteur réalisé au SPP2 confirmait ces valeurs plus élevées au nord.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 100/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

• Résultats du suivi de la qualité de l'air :

#### SITE DU CELLIER

Conformément à l'arrêté préfectoral du 18 juin 2001, 7 points font l'objet d'une surveillance de la qualité de l'air. Ces points de contrôle sont situés sur le site du Cellier et dans son environnement proche, ainsi que dans le village du Cellier. Les résultats sont présentés à la figure 23.

#### SITE DES PIERRES PLANTEES

A l'initiative de COGEMA (AREVA), 5 points font l'objet d'une surveillance de la qualité de l'air. Ces points de contrôle sont situés sur le site des Pierres Plantées et dans son environnement proche. Un dosimètre de site a été implanté en novembre 1993. Les résultats sont présentés à la figure 24.

#### SITE DES BONDONS

Conformément à l'arrêté préfectoral du 16 janvier 1992, 4 points font l'objet d'une surveillance de la qualité de l'air. Ces points de contrôle sont situés au niveau de la mine à ciel ouvert, et dans 3 villages alentours. Les résultats sont présentés à la figure 25.

#### Remarque:

L'activité volumique des émetteurs alpha à vie longue contenus dans les poussières, dans les villages et sur les sites réaménagés, n'a jamais dépassé 0,5 mBq/m³. La contamination de l'air par les poussières radioactives issues des anciens sites miniers peut être considérée comme nulle depuis la fin des travaux de réaménagement.

#### Il apparait ainsi que:

- Les débits de dose de rayonnement gamma dans les villages du Cellier, des Bondons, du Cros et du Crouzet sont du même ordre de grandeur que la moyenne enregistrée en France en 2008.
- La présence de remblai minier contribue logiquement à des débits de dose plus élevés sur sites (plus de 2 fois le fond naturel sur le site des Pierres Plantées).
- Les EAP radon 220 sont généralement inférieures à la moyenne française.
- Les EAP radon 222 sont généralement inférieures à la moyenne française sur le site des Bondons ainsi qu'au village des Bondons et du Cros.
- Sur la MCO des Pierres Plantées, les valeurs mesurées sont 2 à 4 fois supérieures à la moyenne française.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 101/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

- Sur le site du Cellier et le village du Cellier, les valeurs sont inférieures à la moyenne, à l'exception d'un point (bassin tampon) où les valeurs sont jusqu'à 5 à 6 fois supérieures à la moyenne française.
- La position topographique des villages du Cros et du Crouzet en fond de vallée / flanc de coteau entraine des EAP radon 220 et 222 plus élevées que celles mesurées dans le village des Bondons situé plus en altitude. Ce constat a été clairement souligné dans le cadre des travaux d'expertise menés par l'Institut de Radioprotection et de Sureté Nucléaire (IRSN) autour des sites miniers uranifères de la Haute-Vienne, où les variabilités de ce paramètre ont été attribuées aux conditions aérologiques : le radon aura tendance à s'accumuler dans les fonds de vallée et, au contraire, à être rapidement dispersé par le vent en position sommitale.

#### 8.3 IMPACT SUR LA CHAINE ALIMENTAIRE

#### 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

Les sites du Cellier et des Bondons font l'objet d'une surveillance réglementaire de la chaîne alimentaire pour les calculs des doses efficaces moyennes annuelles ingérées en supplément du milieu naturel.

Les analyses sur la chaîne alimentaire (dont l'eau de consommation) concernent l'U<sub>238</sub>, le Ra<sub>226</sub>, le Pb<sub>210</sub>, le Th<sub>230</sub> et à partir de 2007, le Po<sub>210</sub> (supposé préalablement être à l'équilibre avec le Pb<sub>210</sub>). Les analyses sont effectuées par le laboratoire ALGADE et l'IRSN.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 102/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Les prélèvements sont effectués, dans les jardins des groupes de référence, sur les aliments pour lesquels l'autoconsommation est la plus importante. Des prélèvements de lait sont effectués dans certains villages producteurs. Il est également procédé à des pêches afin d'évaluer la contamination des poissons.

Ce protocole de surveillance de la chaîne alimentaire est répété tous les deux ans.

#### 8.3.3 Résultats des contrôles de la chaîne alimentaire

#### FRUITS, LEGUMES, VIANDES, LAIT, EAU DE CONSOMMATION

Les prélèvements de la chaîne alimentaire associée à des terres de jardin permettent, pour le département de la Lozère, de vérifier l'impact potentiel lié à la présence de radionucléides dans ce compartiment (poussières véhiculées par le vent, arrosage de jardins par des eaux sous influence minière).

Les résultats des prélèvements effectués au Cellier en 2010 sont récapitulés dans le tableau suivant :

Eléments	Eau de consommation	Raves	Choux pomme	Carottes	Lapin
Ra <sub>226</sub> (Bq/kg mat. fraîche)	-	0,16	< 0,08	1,93	< 0,26
U <sub>238</sub> (Bq/kg mat. fraîche)	-	0,02	< 0,01	0,05	< 0,04
Pb <sub>210</sub> (Bq/kg mat. fraîche)	-	< 0,38	< 0,24	< 0,64	2,84
Th <sub>230</sub> (Bq/kg mat. fraîche)	-	< 1,56	< 1,10	< 3,04	< 2,97
Po <sub>210</sub> (Bq/kg mat. fraîche)	-	0,31	0,03	0,08	0,28
Alpha total (Bq/L)	0,06	-	-	-	-
Bêta total (Bq/L)	0,18	-	-	-	-
Dose Totale indicative (mSv)	0,014	-	-	-	-
U total (μg/L)	1,3	-	-	-	-
Ra total (Bq/L)	< 0,01	-	-	-	-

Les résultats des prélèvements effectués aux Bondons en 2010 sont résumés dans le tableau suivant :

Eléments	Eau de consommation	Poires	Choux pomme	Carottes	Pommes de terre	Lapin
Ra <sub>226</sub> (Bq/kg mat. fraîche)	-	< 0,17	< 0,14	< 0,33	< 0,18	< 0,18
U <sub>238</sub> (Bq/kg mat. fraîche)	-	< 0,02	< 0,00	< 0,02	0,06	< 0,05
Pb <sub>210</sub> (Bq/kg mat. fraîche)	-	< 0,36	< 0,18	< 0,94	< 0,52	< 0,34
Th <sub>230</sub> (Bq/kg mat. fraîche)	-	< 1,95	< 1,83	< 3,99	< 2,28	< 2,01
Po <sub>210</sub> (Bq/kg mat. fraîche)	-	0,04	0,05	0,27	0,04	0,02
Alpha total (Bq/L)	0,03	-	-	-	-	-
Bêta total (Bq/L)	0,04	-	-	-	-	-
Dose Totale indicative (mSv)	0,023	-	-	-	-	-
U total (μg/L)	< 1,0	-	-	-	-	-
Ra total (Bq/L)	0,01	-	-	-	-	-

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 103/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

#### **POISSONS**

Des prélèvements de poissons sont effectués depuis 1995 dans le ruisseau de la Fouillouse, en amont et en aval du site du Cellier. Les résultats des analyses, exprimés en Bq/kg frais, sont figurés dans le tableau ci-dessous :

	Ra <sub>226</sub> (Bq/kg)
Aval 1989	6,96
Aval 1994	0,64
Aval 1995	0,26
Aval 1997	1,10
Amont 1999	2,10
Aval 1999	1,10
Aval 2002	0,45
Aval 2004	0,57
Aval 2006	0,55
Aval 2008	0,25

Des prélèvements de poissons ont été effectués en octobre 2010 dans le ruisseau de la Fouillouse, en aval du site du Cellier. L'échantillonnage a été fait à l'aval immédiat de la ferme de Parpaillon. Les résultats des analyses, exprimés en Bg/kg frais, sont figurés dans le tableau ci-dessous :

Eléments	Truites Fario	Truites et Vairons
Ra <sub>226</sub>	0,82	< 0,82
U <sub>238</sub>	7,80	1,88
Pb <sub>210</sub>	< 1,15	< 1,80
Th <sub>230</sub>	< 4,74	< 8,67
Po <sub>210</sub>	1,22	0,90

Des prélèvements de poissons (Truites) ont été effectués en octobre 2010 dans le lac du Villeret. Les résultats des analyses, exprimés en Bg/kg frais, sont figurés dans le tableau ci-dessous :

Eléments	Truites
Ra <sub>226</sub>	< 0,35
U <sub>238</sub>	2,98
Pb <sub>210</sub>	1,15
Th <sub>230</sub>	< 4,24
Po <sub>210</sub>	0,77

L'évaluation de l'exposition liée à la consommation de légumes, fruits, viande et poissons dans l'environnement des sites est développée dans le chapitre suivant.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 104/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

#### 9 EVALUATION DE LA DOSE EFFICACE AJOUTEE

#### 9.1 PRINCIPE DE L'EVALUATION 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. Il serait en effet difficile de caractériser l'exposition de l'ensemble de la population vivant autour des anciennes mines.

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

#### 9.2 RISQUES RADIOLOGIQUES

Les rayonnements ionisants, qu'ils soient de type  $\alpha$ ,  $\beta$  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.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 105/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

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

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

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

#### 9.3 LA NOTION DE DOSE EFFICACE

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

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

$$H_T = \Sigma_R D_{T.R} \cdot W_R$$

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<sub>R</sub> = 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 WR 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.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 106/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

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.

$$E = \Sigma_T H_T \cdot W_T$$

avec E = dose efficace corps entier (en Sv)

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

W<sub>T</sub> = coefficient de pondération pour le tissu T (sans unité)

Les réglementations européenne (Directive 96/29/EURATOM) et française (décret n°2002-460) définissent des limites à ne pas dépasser pour la dose efficace ajoutée par les activités nucléaires, et reçue par les personnes du public, sur un an. Elles ont été fixées d'après les recommandations de la publication n°60 de la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) parue en 1990.

### 9.4 METHODE D'EVALUATION DE LA DOSE EFFICACE AJOUTEE DANS L'ENVIRONNEMENT PROCHE DES SITES

#### 9.4.1 Voies d'exposition à considérer

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

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

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

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

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 107/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

#### 9.4.2 Détermination des groupes de référence

Pour les sites concernés par ce bilan de fonctionnement, le choix des groupes de référence a été 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 scénarii d'exposition retenus doivent refléter les modes de vie locaux réels. Ils sont détaillés dans le paragraphe 9.4.3.

#### 9.4.3 Calcul de la dose efficace annuelle ajoutée

La dose efficace ajoutée du fait des anciennes activités minières est calculée à partir des scénarii d'exposition présentés dans la partie « Résultats » et des mesures réalisées dans l'environnement des deux sites mentionnés plus haut.

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'Energie 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'affranchie 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.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 108/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

#### PASSAGE A LA DOSE EFFICACE AJOUTEE

Des coefficients de doses présentés permettent de relier les quantités de substances radioactives ou de rayonnements ionisants incorporés aux doses efficaces reçues par l'organisme. Ils sont définis dans la directive 96/29/EURATOM et varient avec l'âge. Ces coefficients sont définis de la manière suivante :

Mode d'exposition	Rayonnement ou Radioéléments		Adulte	Enfant 2-7 ans	
Externe		Gamma	1 mSv/mGy	1 mSv/mGy	
	EAP Rn <sub>222</sub> inhalé		1,1 mSv/nJm <sup>-3</sup> .h	1,1 mSv/nJm <sup>-3</sup> .h	
Inhalation	EAP Rn <sub>220</sub> inhalé		0,39 mSv/nJm <sup>-3</sup> .h	0,39 mSv/nJm <sup>-3</sup> .h	
IIIIaiation	Poussières	sites miniers	1,4.10 <sup>-2</sup> mSv/Bq	2,9.10 <sup>-2</sup> mSv/Bq	
	inhalées		1,9.10 <sup>-4</sup> mSv/Bq	3,8.10 <sup>-2</sup> mSv/Bq	
	U <sub>238</sub> ingéré		9,79.10 <sup>-5</sup> mSv/Bq	1,83.10 <sup>-4</sup> mSv/Bq	
	ı	Ra <sub>226</sub> ingéré	2,8.10 <sup>-4</sup> mSv/Bq	6,2.10 <sup>-4</sup> mSv/Bq	
Ingestion	ı	Pb <sub>210</sub> ingéré	6,9.10 <sup>-4</sup> mSv/Bq	2,2.10 <sup>-3</sup> mSv/Bq	
	ı	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	

Pour l'exposition externe (E1)

E1 = Coefficient de dose (en mSv/mGy) × temps de présence (en h) × débit de dose ajouté au milieu naturel (en nGy/h) ×  $10^{-6}$ 

Pour l'inhalation du radon 222 (E2) et 220 (E3)

E2(3) = Coefficient de dose (en mSv/nJ.m $^3$ .h) × temps de présence (en h) × EAP ajoutée au milieu naturel (en nJ/m $^3$ ) ×  $10^{-6}$ 

Pour l'ingestion de la chaîne alimentaire (Eij)

Eij = Coefficient de dose (en mSv/Bq du radionucléide considéré (j)) × quantité d'aliment ou de liquide ingéré (en kg ou l) × activité ajoutée au milieu naturel du radionucléide considéré (en Bq/kg de matière fraîche)

La dose efficace ajoutée totale s'obtient en faisant la somme des doses efficaces obtenues pour chaque secteur d'exposition soit :

$$\mathsf{E}_{\mathsf{tot}} = \mathsf{E}_1 + \mathsf{E}_2 + \mathsf{E}_3 + \Sigma \mathsf{E}_{\mathsf{i}\mathsf{j}}$$

Ce calcul sera appliqué pour les sites disposant d'une chronique de mesures de la qualité de l'air ou de mesures sur la chaîne alimentaire.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 109/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Pour les mesures effectuées sur la chaîne alimentaire, seules celles réalisées en 2008 seront retenues pour les calculs, pour les raisons suivantes :

- Les limites de détection ont été abaissées suite aux recommandations du GEP. Plus de 90 % des mesures avant 2007 étaient inférieures à la limite de détection.
- Un changement de méthodes d'analyses a été effectué pour l'U<sub>238</sub> et le Po<sub>210</sub> : à partir de 2007 ces éléments sont dosés par spectrométrie alpha.
- Avant 2007, le Po<sub>210</sub> était considéré à l'équilibre avec le Pb<sub>210</sub> dans la méthode de calcul. A partir de 2007, la part réelle de Po<sub>210</sub> est prise en compte.
- Les masses d'aliments analysés ont augmenté à partir de 2007 pour permettre une mesure plus précise.
- Les prélèvements d'aliments sont effectués tous les 2 ans ; les derniers prélèvements effectués ont été réalisés en octobre 2010.

#### **RESULTATS**

#### ⇒ Vecteur AIR:

<u>Scénario 1</u>: Personnes (adultes de plus de 60 ans) vivant dans l'environnement proche des sites, 1360 heures à l'extérieur et 7300 heures à l'intérieur des habitations, et consommant la chaîne alimentaire (eau, légumes, fruits...) prélevée dans le village concerné.

	Groupe de référence	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
٦)	Le Cellier Village	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,16
AA //ar	Les Bondons Village	0,00	0,00	0,15	0,18	0,04	0,06	0,01
DE nS	Le Cros	0,05	0,10	0,34	0,39	0,19	0,08	0,11
_ r)	Le Crouzet	0,07	0,19	0,62	0,24	0,11	0,13	0,16

Pour ce scénario, quelque soit l'année, la dose efficace ajoutée annuelle est nettement inférieure à la limite réglementaire de 1mS/an.

<u>Scénario 2</u>: Enfants (entre 2 et 7 ans) vivant dans l'environnement proche des sites, 860 heures à l'extérieur et 6800 heures à l'intérieur des habitations, consommant la chaîne alimentaire prélevée dans le village concerné.

	Groupe de référence	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
ı n)	Le Cellier Village	0,05	0,05	0,04	0,02	0,03	0,05	0,13
AA //a	Les Bondons Village	0,01	0,01	0,22	0,28	0,02	0,03	0,02
DE 1S	Le Cros	0,05	0,09	0,37	0,45	0,14	0,04	0,08
_ u)	Le Crouzet	0,05	0,16	0,62	0,31	0,06	0,08	0,11

Pour ce scénario, quelque soit l'année, la dose efficace ajoutée annuelle est nettement inférieure à la limite réglementaire de 1mS/an.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 110/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

<u>Scénario 3</u>: Personnes (adultes) pouvant séjourner épisodiquement sur le site (400 heures) et exposées uniquement au vecteur « air ». Ce groupe est pris en compte pour l'utilisation des résultats des différentes stations de contrôle implantées sur les sites.

	Groupe de référence	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<u> </u>	Le Cellier P2	0	0	0	0,01	< 0,01	< 0,01	0,02
a A	Le Cellier Bâtiment	0,13	0,18	0,18	0,12	0,15	0,13	0,14
DEA (mSv/	Les Bondons MCO	0,004	0,002	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	0,08
_ =	Les Pierres Plantées MCO	0,08	0,1	0,13	0,05	0,1	0,11	0,02

Quelque soit l'année, ces résultats montrent que, pour une personne travaillant sur ou en bordure du site pour une activité agricole (ex : fauchage du site), la dose reçue par cette personne est très faible.

#### ⇒ Vecteur CHAINE ALIMENTAIRE :

Seuls les sites du Cellier et des Bondons, possédant des résultats d'analyses sur ce vecteur, sont concernés par le calcul de la DEAA.

Le tableau suivant présente la consommation annuelle en kg des aliments ingérés par un adulte et un enfant de 2 à 7 ans, utilisée pour le calcul de la DEAA « chaîne alimentaire » :

Consommation annuelle (kg)	Adulte	Enfant de 2 à 7 ans
Légumes feuilles	25	5
Légumes racinaires	32	24
Fruits	100	36
Lait (litres)	257	265
Viande (volaille, lapin)	17	9
Poisson	22	8
Eau de distr. ou de puits (litres)	600	365

Le calcul de la dose efficace ajoutée annuelle, pour la chaîne alimentaire, et de la dose totale indicative DTI (réalisée à partir des résultats sur l'eau de consommation), a été effectué à partir des résultats de l'année 2010. Les résultats sont les suivants :

	Le Cellier : village		Les Bondo	ns : village
	DEAA (mSv/an)	DTI (mSv/an)	DEA (mSv/an)	DTI (mSv/an)
Pour un adulte	0,16	0,012	0,01	0,006
Pour un enfant de 2 à 7 ans	0,13	0,029	0,02	0,016

Les résultats pour la dose totale indicative (DTI) sont conformes aux valeurs réglementaires, à savoir <0,1 mSv/an.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 111/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

## 10 MESURES PRISES POUR REDUIRE LES IMPACTS

## 10.1 REDUCTION 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 (site du Cellier),
- les stériles miniers qu'ils soient stockés sur les sites mêmes (sites du Villeret et des Bondons) ou réutilisés dans le domaine public.

Les travaux de réaménagement sur les sites 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 meilleures techniques disponibles de l'époque à un coût économiquement acceptable.

## 10.1.1 Site du Cellier

Sur le département de La Lozère, seul le site du Cellier possède un stockage de résidus de traitement des minerais d'uranium. Le plan de localisation de ces résidus de traitement de minerai est représenté à la figure 10.

## Les résidus sur le site du Cellier

Au total, 5 893 203 tonnes de résidus sont enfouis sur le site du Cellier :

Traitement dynamique usine : 1 708 703 t
Boues de traitement des eaux : 195 797 t
Autres résidus de démantèlement : 464 332 t
Traitement lixiviation statique : 3 524 671 t

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 112/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Quatre zones de stockage sont présentes sur le site du Cellier :

- Lagunes 1 et 2: anciens bassins de décantation des boues de traitement des eaux sur lesquels ont été mis en place une aire étanche avec une aire de lixiviation statique accélérée du minerai.
- Stockage dans MCO: mise en stock dans une fosse divisée en 2 lagunes, nord et sud, avec un remplissage en alternance, ayant permis d'accélérer par drainage la consolidation des produits stockés.
- **Tas 1**: tas de lixiviation statique sur lequel repose un tas de minerai des Bondons sur aire étanche.
- Tas 2: important tas de minerai de lixiviation statique, avec une lagune de résidus de traitement de lixiviation dynamique (sables désuraniés).

#### Les mesures et travaux sur le site du Cellier

Afin de limiter au maximum la dissémination des résidus de minerai des tas de lixiviation et mieux contrôler leur confinement, ces derniers ont fait l'objet d'un remodelage puis d'un capotage par une couverture multicouche de stérile compacté.

Les contours des tas trop raides ont été atténués (stabilité à long terme), les dépressions comblées et le modelé des tas régularisé afin d'éviter la formation de contrepentes qui pourraient causer des mares d'eau. Le remodelage des tas de minerai a été conduit par une opération déblai - remblai avec les produits en place. Le capotage, destiné à abaisser la radioactivité ambiante réalisé par une couverture semi- étanche aux eaux météoriques, a été constitué par au moins 70 cm de matériaux granitiques altérés provenant de la verse à stériles du Villeret.

Plusieurs études ont été faites pour mettre au point ces méthodes de capotage.

Des planches d'essais de recouvrement (études réalisées par CFM en 1988) ont été réalisées sur le tas 2 à l'aide de couches d'épaisseur variable de stériles. Les résultats ont montré qu'après recouvrement, les valeurs initiales diminuaient d'un facteur 5 à 6 avec 70 cm de stériles, atteignant ainsi le niveau largement inférieur à 800 c/s SPP2 (y compris les 300 c/s SPP2 des stériles).

De plus, des mesures à 1 m du sol en simultané entre une chambre d'ionisation (chambre montée dans un camion-laboratoire du Laboratoire de Recherche en Protection dans les Mines du Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay) donnant les valeurs en débit de dose (Gy/h) et un compteur SPP2 à la ceinture donnant les valeurs en c/s, ont permis de pouvoir établir une corrélation afin de guider sur le terrain, à l'aide du compteur SPP2, les opérations de réaménagement.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 113/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Un réaménagement du tas 2 avait été réalisé dès 1982 par apport de 1,5 m de stérile et de terre végétale, tout en continuant l'exploitation en injectant des solutions lixiviantes par des sondages. Cette zone a fait l'objet d'un plan-compteur à maille 10 x 10 m au SPP2 et d'une vérification par la chambre ionisante du CEA. Les résultats tout à fait comparables ont montré que les radioactivités résiduelles étaient égales au mouvement propre du stérile.

De plus, pour guider les opérations de réaménagement, une cartographie d'activité volumique en radon 222 atmosphérique a été réalisée en 1988 sur le site et dans l'environnement proche.

Une étude de compactage a été réalisée par le CEMEREX en 1989 pour préciser les méthodes de compactage sur différentes pentes pour obtenir une couverture étanche aux eaux météoriques. Quatre types de compactage ont été retenus en fonction des pentes et sont présentés à la figure 26.

Concernant le stockage MCO, celui-ci a été recouvert de façon identique par 7 à 8 m de produits d'écrêtage des abords de la fosse, puis par une couche de 1 m de stérile compacté en débordant largement sur la surface de stockage.

## Les résultats des mesures : Plan-compteurs :

Des plans compteurs avant travaux (1978) et après réaménagement (septembre 1991) ont été effectués sur le site. Les résultats sont les suivants :

- Plan compteur de 1978 : mesures au SPP2 comprises entre 1 000 et 5 000 chocs/s avec des maxima >10 000 c/s SPP2.
- Plan compteur de 1991 : mesures au SPP2 comprises entre 150 et 300 chocs/s avec quelques points isolés >1000 chocs/s dont un à 3 200 chocs/s.

Par conséquent, ceci montre l'efficacité de la couverture mis en place sur les résidus vis-à-vis du vecteur air.

## 10.1.2 Site du Villeret

#### Les mesures et travaux sur le site du Villeret :

L'excavation du Villeret a été profilée au dessus de la cote 1144 pour assurer une stabilité à long terme des talus et améliorer l'intégration paysagère. L'ancienne mine à ciel ouvert a été aménagée en plan d'eau à la cote 1 144 m, avec une profondeur maximale du lac de 53 m, et des berges de 10 m de large.

La quasi-totalité des produits de la verse à stériles ont été utilisés pour le réaménagement du site du Cellier. Il ne reste plus qu'une petite butte de stériles de quelques mètres de haut où s'est installée une lande à genêts très dense.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 114/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Un état radiométrique du site a été effectué à la fin de travaux d'exploitation, avant les travaux de remise en état du site. Il s'agit d'un plan compteur au SPP2 à maille 10 x 10 m. Ces mesures n'ont pas fait ressortir de zones radioactives particulières. La moyenne varie selon les secteurs de 150 à 300 c/s SPP2. Ces valeurs sont identiques à celles du plan compteur initial effectué avant l'ouverture des travaux.

Le marquage radiologique de l'air dans l'environnement du site du Villeret est donc négligeable.

## 10.1.3 Site des Pierres Plantées

#### Les mesures et travaux sur le site des Pierres Plantées :

Toutes les zones dont la radioactivité était supérieure à 500 c/s SPP2 ont fait l'objet d'un décapage d'abord jusqu'au sol naturel pour enlever les remblais, puis sur un maximum de 1 m de hauteur pour éliminer toute trace de marquage. La surface ainsi décapée a été d'environ 68 000 m². Ces produits de décapage, tout comme les produits de démantèlement des installations de surface, ont été stockés en fond de l'ancienne mine à ciel ouvert, jusqu'à la cote 1 223 m.

La mine à ciel ouvert a été ensuite comblée jusqu'au niveau 1 238 m. Le comblement total a été fait par 3 types de matériaux :

- les remblais contaminés par la radioactivité provenant du soubassement des aires de stockage du minerai (78 000 m³),
- les produits d'écrêtage des abords de la mine à ciel ouvert (21 100 m<sup>3</sup>),
- la totalité de la verse à stériles (117 500 m³).

La totalité de la verse à stériles a donc été reprise et transportée dans la découverte afin d'achever son comblement. Il ne subsiste plus que la terre végétale qui était à l'origine sous la verse. L'emplacement a retrouvé sa topographie d'origine.

Les remblais les plus actifs sont donc recouverts par 15 m de remblais stériles.

Un état radiométrique du site a été effectué avant les travaux de remise en état par un plan compteur au SPP2 à maille 10 x 10 m. Les mesures ont fait l'objet d'un étalonnage à l'aide d'une chambre d'ionisation différentielle installée dans un camion-laboratoire et réalisé par l'Institut de Protection et de Sureté Nucléaire. La mesure du radon 222 et du débit de dose dû aux photons gamma ont permis de connaître l'état radiologique du site avant les travaux. Une campagne de mesures identiques avec le SPP2 a été réalisée à la fin des travaux de réhabilitation. Par ailleurs, des dosimètres thermoluminescents pour photons gamma ont été installés à la périphérie du site pendant la durée des travaux.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 115/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Lors d'une visite de site en mars 2011, une zone anomale à 1 500 – 2 000 c/s SPP2 a été repérée sur le terrain. Cette zone est située à l'aval hydraulique de l'ancien point de rejet des eaux d'exhaure. Cette zone a fait l'objet d'un plan compteur en mai 2011 afin de la délimiter précisément. Cette zone fera l'objet de travaux.

#### 10.1.4 Site des Bondons

La mine à ciel ouvert a été remblayée au fur et à mesure de l'avancement des travaux d'exploitation par le minerai pauvre inférieur à 400 ppm, qui n'était pas transportable au Cellier. L'ensemble a été recouvert par 1 m environ de remblai stérile. Une digue de stériles obstrue la partie ouest de la découverte.

Les abords de la mine à ciel ouvert ont été écrêtés. L'ensemble a été drainé vers l'ouest à l'aval du site et le ruisseau des Besses.

Une fois remblayé et compacté, le fond de la découverte a été constitué de 2 plateformes subhorizontales décalées de 3 à 5 m autour de la cote 827 m.

La verse à stériles (2 300 000 tonnes) a été profilée suivant les mesures définies dans les études pour sa mise en sécurité à long terme (stabilité des remblais et lutte contre l'érosion). Elle a fait l'objet d'un drainage par un réseau de banquettes pentées à 3 % et espacées en hauteur tout les 10 m. Un compactage de la partie sommitale vise à limiter les infiltrations et permet d'assurer la stabilité à long terme. La terre végétale a été régalée sur le sommet, et l'ensemble a été végétalisé Par semis hydraulique et plantations.

Un plan compteur au SPP2 a été réalisé à maille 20 x 20 m sur l'ensemble du site. Il ne laisse apparaître que de faibles anomalies sur le pourtour ouest de la mine à ciel ouvert qui correspondent aux affleurements du gisement non décapés par les travaux. Des anomalies largement supérieures se retrouvent à l'est du site dans le milieu naturel (indices du Cros). La majeure partie des valeurs mesurées est comprise entre 250 et 750 c/s. Le plan compteur initial du secteur situé sous la verse présentait une radioactivité moyenne de 300 à 400 c/s avec des anomalies de 500 à 1 200 c/s.

Il n'y a pas eu de mesures par dosimètres thermoluminescents lors de l'état initial. Les valeurs pendant et après l'exploitation sont peu variables, et de l'ordre de 0,2 à 0,3  $\mu$ Gy/h.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 116/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Quatre dosimètres de site ont mesuré l'EAP en radon 222 en µJ/an de 1985 (état initial) à fin 1989, puis en nJ/m³ depuis 1990. Les résultats figurent dans le tableau ci-dessous :

	Valeurs en microjoules/an			
	MCO	Le Cros	Les Bondons	Le Crouzet
Janv. à Avril 1990	723	764	280	336
Mai à Oct. 1990	697	858	396	495
1989	1 020	762	292	413
1988	594	449	290	511
1987	602	475	535	612
1986		623		
Etat initial 1985	.*	628		

La limite tolérée était de 2 000 µJ/an en valeur ajoutée pour une exposition permanente. Les résultats étaient donc considérés comme satisfaisants.

## 10.1.5 Site de Saint-Alban

L'ancienne fosse d'exploitation de Saint- Alban a été partiellement remblayée avec la totalité de la verse à stériles qui était située à l'ouest de celle-ci. La cuvette résiduelle a ensuite été aménagée en plan d'eau. La profondeur du lac ainsi créé est d'environ 3 m.

Des levés au SPP2 ont été effectués lors des visites de terrain en 1996 et 2009 ; Ils n'ont révélé aucune anomalie au niveau de l'emplacement de l'ancienne verse à stériles.

En revanche, les levés effectués au niveau de l'ancienne aire de stockage du minerai ont révélé des valeurs comprises entre 500 et 9 500 c/s SPP2. Des travaux d'enfouissement sur place de ces résidus de minerai ont été réalisés en janvier 2011.

Les deux points à 1 000 c/s et un point à 2 000 c/s localisés à proximité du plan d'eau ont fait l'objet d'un décapage au cours des travaux de janvier 2011.

Un plan compteur à maille 10 x 10 m a été réalisé après ces travaux. Les valeurs mesurées au niveau de l'aire de stockage sont de l'ordre de 150-200 c/s SPP2.

L'impact radiologique de l'air dans l'environnement du site de St- Alban est donc négligeable.

## 10.1.6 Sites du Sapet et de Pratlong

Ces sites correspondent à d'anciens travaux miniers souterrains de faible ampleur (TRPC).

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 117/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Au Sapet, la petite verse à stériles qui existait du temps de l'exploitation a servi au comblement des dépilages (travaux réalisés en 2003). Un plan compteur a été réalisé à maille 10 x 10 m au SPP2 en 2009. Aucune anomalie majeure n'a été révélée (valeurs comprises entre 100 et 850 c/s), mise à part 2 petites zones anomales à 3 000 et 4 000 c/s correspondant soit à des dépôts argileux sédimentés (200 m²), soit à quelques blocs de minerai résiduels au niveau de la verse à stériles. Des travaux sont prévus courant 2011 : les dépôts argileux seront décapés puis transportés et mis en dépôt sur le site du Cellier, l'autre zone sera capotée à l'aide de matériaux stériles empruntés sur le site.

A Pratlong, le puits a été comblé au moyen des stériles de l'exploitation. Un plan compteur au SPP2 à maille 10 x 10 m a été réalisé en 2010. Deux petites zones anomales à 2 500 et 1 300 c/s ont été relevées. Elles sont situées dans l'axe des travaux miniers, sur la structure minéralisée. Mis à part un léger affaissement de surface au droit du puits, aucune trace de l'exploitation n'est visible.

L'impact radiologique de l'air dans l'environnement des sites du Sapet et de Pratlong est donc négligeable.

## 10.1.7 Sites des Devès, la Poudrière, la Rouchette, Arzenc- La Pique

Ces sites correspondent à d'anciennes tranchées de recherches qui ont été totalement comblées immédiatement avec les stériles de l'excavation.

Des plans compteurs au SPP2 à maille 10 x 10 m ont été réalisés sur ces sites en 2009 et 2010. Les valeurs trouvées sont les suivantes :

• Le Devès 1 : entre 100 et 410 c/s

Le Devès 2 : entre 100 et 380 c/s

La Poudrière : entre 80 et 260 c/s

La Rouchette : entre 130 et 450 c/s

Arzenc - La Pique : entre 105 et 700 c/s

Lors de l'établissement de ces plans compteurs, aucune trace de ces travaux ne subsistait.

L'impact radiologique de l'air dans l'environnement de ces sites est donc nul.

## 10.1.8 Les stériles miniers

Les mesures pour limiter les impacts sur le vecteur air ont consisté en un assainissement radiologique de surface lors du remodelage des verses. La qualité du réaménagement était validée par les résultats de mesures de débit de dose réalisées par plan compteur radiométrique sur les sites.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 118/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Les sites concernés et les résultats obtenus sont :

sites	surface couverte	maille	valeur minimum (chocs/s SPP2)	valeur maximum (chocs/s SPP2)	valeur moyenne (chocs/s SPP2)
Le Villeret	25 000 m²	10 x 10 m	150	850	200
Les Bondons	105 000 m²	10 x 10 m	200	1 550	500 (au nord) 300 (au sud)

S'agissant de la cession des stériles miniers dans le domaine public, aucune procédure, avant acquisition des exploitants privés par COGEMA, ne semble avoir été établie. Toute utilisation des stériles miniers après ces acquisitions s'est faite sans autorisation formelle de COGEMA (puis AREVA NC) et n'a relevé que d'initiative personnelle de la part de particuliers ou de collectivités (cf. paragraphe 6.13).

## 10.2 REDUCTION 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 percolée 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, l'exploitant a donc aménagé des exutoires afin d'y exercer une surveillance (Le Cellier, Le Villeret, Les Pierres Plantées, Les Bondons) et si nécessaire des traitements dans des stations aménagées à cet effet (Le Cellier) visant à restituer à l'environnement une eau dont les caractéristiques sont conformes aux exigences réglementaires.

## 10.2.1 Site du Cellier

## Principe de gestion des eaux

La gestion des eaux du site du Cellier a fait l'objet d'une attention très particulière lors des travaux de réaménagement.

En effet, le site du Cellier est un site présentant des eaux acides chargées en uranium, radium et sulfates, provenant essentiellement des tas de minerais traités par lixiviation sur place et de résidus de traitement de l'usine stockés dans l'ancienne mine à ciel ouvert.

L'identification des différentes sources et venues d'eaux tant sur le site que dans son environnement à permis de les classer selon leur volume et qualité chimique.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 119/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Un système de drainage a ensuite été conçu de façon à bien séparer ces eaux chargées et limiter ainsi le volume à traiter. Ce réseau de drainage comprend 3 circuits indépendants :

- <u>Un drain « bleu »</u> périphérique qui capte les eaux de ruissellement de bonne qualité provenant de l'extérieur du site. Ces eaux sont directement rejetées dans la Fouillouse à l'aval du site. Ce drain est destiné à limiter le volume des eaux chargées à traiter.
- <u>Un drain « violet »</u> qui collecte les eaux pluviales du site. Une partie de ces eaux régulièrement contrôlées, a nécessité au début un traitement. Un réseau de banquettes drainantes et de fossés permet de séparer les eaux à traiter des eaux saines.
- <u>Un drain « rouge »</u> qui reçoit principalement les eaux provenant de la percolation à travers les tas de lixiviation. Ces eaux acides sont essentiellement chargées en sulfates et, à moindre degré, en radium et uranium. Elles étaient stockées dans un bassin tampon puis traitées d'abord à la chaux puis plus récemment à la soude. Elles sont maintenant traitées au fil de l'eau dans deux systèmes de traitement passif au calcaire.

Des barrières hydrauliques réalisées par des tranchées compactées ont été établies le long de la rivière an amont du rejet pour éviter la percolation directe dans la rivière, des eaux souterraines superficielles en provenance notamment des résidus stockés dans la mine à ciel ouvert

Les eaux ainsi bloquées sont amenées par gravité dans les drains rouge ou violet suivant leur composition chimique.

Le circuit de drainage des eaux du site du Cellier est représenté à la figure 27.

Les eaux de percolation du tas de lixiviation 1 (prélèvement CEL 35) ne nécessitent pas de traitement et sont rejetées directement dans le drain violet et les rejets du site.

Une partie des eaux de percolation du tas de lixiviation 2 nécessite encore un traitement avant rejet dans le milieu naturel (CEL 28, 29, 30, 32 et 33). Une autre partie ne nécessite pas de traitement (CEL 41, 42 et 49).

Les eaux de percolation du tas de lixiviation 3 (CEL 15 et 25) ne nécessitent plus de traitement.

Les eaux de percolation du tas de lixiviation des Bondons (CEL 31) sont les plus acides du site et sont toujours traitées.

Les eaux souterraines superficielles (infiltrations et autres écoulements) sont récupérées au front du barrage hydraulique et traitées au niveau du bassin tampon calcaire.

Les eaux de débordement de stockage de résidus de la MCO (CEL 24) sont rejetées directement vers les rejets.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 120/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

## Evolution des installations de traitement des eaux depuis 1991

Depuis la fin des travaux de réaménagement en 1991 du site du Cellier, les installations de traitement des eaux ont été adaptées en fonction de l'évolution des eaux du site. L'historique ci-dessous reprend les grandes lignes de l'évolution des installations de traitement présentes sur le site du Cellier :

- **1990** : La station de traitement à la chaux a été reconfigurée et implantée à l'aval du site (Parpaillon). Elle fonctionnera jusqu'en 1998.
- Juin 1991 : Le traitement des eaux à la soude débute par une simple adjonction en goutte à goutte à l'exutoire du drain violet, avant arrivée dans les bassins de décantation. Les eaux ainsi traitées provenaient du débordement du stockage MCO.
- Mars 1994 : Afin d'optimiser le système et compte tenu de l'amélioration de la qualité des eaux de certains captages, il a été décidé de créer une "installation de rectification du pH" à la soude, avec un bassin étanche.
- 1995 : Le soutirage des boues de la soude a été dirigé directement par pompage vers la station de traitement à la chaux.
- 1996 : Une nouvelle dérivation permet de diriger directement les boues vers le stockage MCO, dans les anciens travaux miniers, car celles-ci floculaient mal dans le décanteur de la station.
- **Septembre 1996**: Un pompage est effectué à partir des eaux du puisard CEL 26 (P3) du bassin tampon vers le traitement à la soude.
- Septembre 1998 : Arrêt du fonctionnement de la station de traitement à la chaux. Toutes les eaux à traiter sont déviées directement dans le bassin tampon et pompées vers l'installation de traitement à la soude.
- **Février 2000**: Le puisard 2 VLF est pompé vers le drain des rejets directs.
- Octobre 2001 : Les eaux du drain CEL 25 sont déviées vers le rejet direct.
- Octobre 2004: A la suite de l'expérience acquise depuis 2000 par AREVA sur le site de LA PREE (Beaurepaire – Vendée), une étude a été faite par le SEPA (AREVA – Bessines) pour tester et évaluer la faisabilité d'un traitement passif des eaux acides du site du Cellier par drain calcaire. Cette étude a permis de mettre au point le procédé et de dimensionner le dispositif en tenant compte des caractéristiques spécifiques du site.
- **Septembre 2006**: Mise en fonctionnement de l'installation de traitement par drain calcaire (traitement des CEL 28, 29, 30, 31 et 33). A partir de novembre, les venues d'eaux CEL 35, 41 et 42 sont déviées vers les rejets, sans traitement.
- **2008**: Mise en fonctionnement d'un nouveau dispositif de traitement passif par lit calcaire dans le bassin tampon, pour les venues d'eaux souterraines superficielles.
- **2009** : Lavage des cailloux des 2 drains calcaires. Création d'un décanteur pour les sables de lavage. Hydro-curage du décanteur avant rejets.

Depuis novembre 2006, il n'y a plus aucun captage d'eau qui est dirigé systématiquement vers le traitement à la soude. Occasionnellement en cas de baisse du pH des rejets et lors de la fonte des neiges, ou quand l'efficacité des drains calcaires vient à diminuer, le dispositif de traitement à la soude est mis en fonctionnement. En 2010, ce dispositif a fonctionné uniquement pendant les mois de juin, juillet, novembre et décembre.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 121/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

#### Mise en conformité administrative des installations de traitement :

En janvier 2007, un premier dossier a été présenté à la DRIRE. Il comportait le descriptif technique, réalisé par le SEPA (AREVA NC) du fonctionnement du nouveau dispositif de traitement passif par drain calcaire, ainsi que les premiers résultats du fonctionnement.

A la suite de l'inspection des sites de Lozère de la CFM par la DRIRE et l'ASN les 20 et 21 septembre 2009, une demande a été faite par la DRIRE de présenter un dossier technique sur le fonctionnement du traitement des eaux et ses résultats. Ce dossier a été réalisé en début 2010.

#### Le traitement des eaux :

Le circuit des eaux au niveau de la station de traitement du site du Cellier est représenté à la figure 28.

## Principe de fonctionnement du traitement passif par drains calcaires :

Les eaux acides à traiter sont captées en sortie du « thalweg » qui collecte les eaux acides des anciens tas de lixiviation (résidus miniers à faible teneur en uranium arrosés par des effluents acides pendant de nombreuses années).

Ces eaux sont canalisées dans un boîtier de dérivation, pour alimenter un bassin étanche B1 (volume 640 m³) rempli avec 450 m³ de cailloux de calcaires dolomitiques de granulométrie 20-40 mm.

Un réseau de drainage à la base du lit calcaire du bassin B1 permet la collecte des eaux par principe de « vase communiquant » pour alimenter le bassin étanche B2 (volume 580 m³) rempli avec 400 m³ de cailloux calcaires.

Un réseau de drainage à la base du bassin 2 permet ensuite l'évacuation des eaux traitées par principe de « vase communiquant », vers le puisard et le réseau des rejets.

Un réseau de drain sous les bâches d'étanchéification des deux bassins est relié au puisard de sortie et permet de détecter et de récupérer une éventuelle fuite d'eau des bassins. Les deux bassins sont donc continuellement en eau, une lame d'eau libre de 20 à 30 cm surmonte les lits calcaires noyés.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 122/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

## Résultats du traitement par drains calcaires :

Les résultats des mesures et analyses portent sur un période de 3 ans (septembre 2006 à juillet 2009). Depuis la mise en route de l'installation, 132 750 m³ ont transité par les drains calcaires, soit un débit moyen de 5,11 m³/h avec des débits maximum variant de 8 à 12 m³/h.

On peut distinguer 3 grandes périodes dans le fonctionnement triennal :

## Période 1 (14 mois) :

- Le pH sortie des installations est conforme aux hypothèses du projet = 6,45
- Le pH sortie du bassin B1 est lui aussi conforme = 5,90, et ceci quel que soit le débit d'entrée des eaux dont le pH est à 3,27.

## • <u>Période 2 (12 mois)</u>:

- o Le pH en sortie du bassin B1 baisse brutalement à 4,78
- Le pH en sortie d'installation connaît 2 cycles de baisse à 5,8 et de remontée à 6,5 en fonction de cycles hydrologiques. Ces valeurs restent néanmoins acceptables pour la gestion générale des eaux du site.

## Période 3 (9 mois) :

- Débordement des bassins en liaison avec un colmatage de la partie superficielle des cailloux.
- Le pH sortie bassin B1 remonte légèrement à 5,94 à cause d'un plus faible débit de percolation.
- o Le pH sortie installation baisse régulièrement et jusqu'à 5.3.
- <u>Période 4 (depuis fin septembre 2009)</u>: Le système fonctionne à nouveau normalement. C'est une nouvelle phase de fonctionnement.
  - o Le pH sortie bassin B1 est à 6.70
  - Le pH sortie installation est à 6.77.

Ces résultats montrent que les bassins jouent parfaitement leur rôle pendant 2 ans sans risque de chute brutale du pH en sortie d'installation. Au-delà de cette période, un lavage ou un remplacement des graves calcaires s'avère nécessaire. Des essais non concluants, de vidange gravitaire des boues des 2 bassins avaient été réalisé en octobre 2007 et mars 2009.

En 2010, 50 800 m³ d'eau ont transité par ces bassins calcaires.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 123/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

## Réalisation d'un second drain calcaire dans le bassin tampon :

La réalisation d'un premier drain calcaire en 2006, a donné rapidement des résultats satisfaisants.

La configuration du site du Cellier permettait de créer un deuxième dispositif par la mise en place d'un lit de calcaire dans le bassin Tampon qui servait jusque là de collecte des eaux acides avant traitement à la soude.

Contrairement au premier drain, il n'y a pas eu de possibilité de créer un dispositif de soutirage gravitaire des boues d'hydroxydes, le bassin tampon étant le point bas du site du Cellier. En cas de diminution de la percolation la seule solution sera un lavage ou le remplacement des cailloux.

Les eaux acides collectées dans le bassin Tampon étaient les seules venues à ne pas subir en traitement passif depuis 2006. Ces eaux sont issues de la nappe de l'arène granitique drainées au front du « mur hydraulique ». Elles sont à un pH plus élevé que celles des tas de lixiviation (pH=4 contre 3,3).

Principe de fonctionnement du bassin tampon :

Les eaux acides qui alimentent le bassin tampon proviennent :

- d'infiltrations souterraines collectées au front et à la base d'un mur hydraulique situé au nord immédiat et à l'aval du bassin tampon.
- de percolations des tas de lixiviation captées à la base dans l'arène granitique du talus Sud du bassin tampon.
- de suintements dans les flancs du bassin.

Il s'agit d'un bassin de 2 500 m³ réalisé dans l'emprise du bassin tampon existant, dimensionné pour traiter un débit d'eau maximum de 12 m³/h à pH = 4 (eaux souterraines alimentées par la nappe superficielle).

Les eaux drainées au front du mur hydraulique depuis 1991, sont collectées par 2 conduites en PEHD au fond du bassin, vers une cheminée étanche au sud du bassin, qui les oblige à déborder au sommet du plan d'eau (1 135,5 m).

Ces eaux doivent ensuite traverser une couche de 1,4 m de calcaire dolomitique 20/40 mm, pour être évacuées par des drains de fond de bassin (1 132 m). Ces drains sont ensuite reliés à une conduite de rejet en forme de siphon qui déverse les eaux à la cote 1 135,5 m. C'était le niveau minimum requis pour évacuer les eaux vers le bassin de décantation avant rejets, situé plus au nord.

Le schéma de principe du bassin tampon est représenté à la figure 29.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 124/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Résultats du traitement par calcaire dans le bassin tampon :

Le dispositif est rentré en fonctionnement fin novembre 2008. La mise en eau s'est faite progressivement par les apports des venues d'eaux souterraines et la dérivation des eaux du fossé Sud Bassin Tampon.

Le bassin a commencé à déborder en fin d'année (point de mesure = CEL 61).

49 175 m<sup>3</sup> d'eau ont transités dans le bassin tampon en 2010.

Le débit moyen de traitement a été de 5,37 m³/h sur cette période. Le pH moyen en sortie a été de 6,71 avec des variations comprises entre 6,55 et 6,80.

Les eaux sont de couleur bleu lagon. Une fine pellicule d'hydroxydes blanchâtres s'est déjà formée en surface des cailloux.

Neutralisation des eaux à la soude :

Le traitement des eaux à la soude n'est pas systématique. Il s'applique aux eaux provenant des bassins calcaires B1 et B2, lorsque celles-ci sont trop acides pour être dirigées soit directement vers la lagune avant rejets, soit vers le bassin tampon puis la lagune.

La neutralisation à la soude entre en fonctionnement généralement lors des fortes venues d'eau ou à la fonte des neiges.

En 2010, les eaux traitées à la soude représentent 7 811 m³. La consommation en soude a été de 0,84 l/m³ traité. En 2010, le traitement a fonctionné en juin, juillet, novembre et décembre.

La consommation de soude est en nette diminution depuis 2 ans. Les eaux les plus acides sont maintenant traitées par les drains calcaires.

• Lagune de décantation avant rejets :

Le bassin de décantation ultime avant les rejets du site a fait l'objet d'un hydro-curage en 2009. Auparavant les roseaux (Typhas), avaient été évacués du bassin et mis en dépôt dans la boutonnière du stockage MCO. Cette intervention à permis d'améliorer le dispositif de décantation.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 125/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Le bassin a été segmenté en trois sous-bassins séparés par des seuils drainants. Ces bassins vont être à nouveau colonisés naturellement par des roseaux (Typhas) qui vont contribuer à piéger les derniers précipités d'hydroxydes issus des diverses filières de traitement des eaux.

• Rejet des eaux dans le milieu naturel (CEL3) :

Le rejet des eaux s'effectue dans la Fouillouse, 150 m environ à l'aval de la station de traitement. Une conduite souterraine traverse la piste, et rejoint un petit ouvrage maçonné (point de prélèvement CEL3) avant le rejet dans le milieu naturel.

En conclusion, les origines et la qualité de toutes les eaux circulant sur le site du Cellier sont connues et traitées si besoin. Les dispositifs de traitement évoluent et s'adaptent à la qualité des eaux au cours du temps. L'impact du site du Cellier sur le vecteur eau diminue au cours du temps.

#### 10.2.2 Site du Villeret

Avant l'arrêt définitif des travaux, une galerie en section 14 m² fut creusée à partir du fond de la mine à ciel ouvert au niveau –75 pour venir obturer à l'aide d'un bouchon de béton les anciens travaux miniers du niveau –100 du Cellier, afin d'éviter toute circulation d'eaux par ce conduit entre le Cellier et le Villeret.

L'excavation a été aménagée en plan d'eau avec adoucissement des pentes pour une mise en sécurité et création d'une berge de 10 m de large au niveau du lac.

Le site a été mis en eau en octobre 1988. Le débordement du plan d'eau à la côte 1 144 m s'est effectué en octobre 1991 (il y a eu une interruption de 8 mois pour pompage). D'un volume de 750 000 m³, le lac a mis 2 ans et 3 mois à se remplir avec un débit moyen de remplissage de 38 m³/h.

## 10.2.3 Autres sites

#### Sites des Devès et de la Poudrière :

Les sites des Devès et de la Poudrière correspondent à d'anciennes tranchées de recherches remblayées avec les stériles extraits de l'excavation. Au cours des visites de terrain, aucune venue d'eau ou source n'a été repérée à proximité de ces sites. Ces sites sont situés en point haut. Leur impact sur le vecteur eau est nul.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 126/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

#### Site des Pierres Plantées :

Des mesures ont été prises concernant le drainage du site. Un fossé de drainage artificiel recueille toutes les eaux de ruissellement du site et les eaux de débordement de la nappe des travaux miniers. Au vue des résultats des analyses effectuées depuis une vingtaine d'années, aucune mesure supplémentaire n'est à prendre vis-à-vis des impacts sur le vecteur « eau ».

#### Site de la Rouchette :

Lors de la visite de terrain, seule une source à très faible débit a été repérée à proximité du site et a fait l'objet d'un prélèvement. L'analyse n'a montré aucun impact du site sur les eaux. Par conséquent, aucune mesure supplémentaire n'est à prendre.

## Site du Sapet :

Au cours des visites de terrain régulièrement effectuées, aucun écoulement n'a été repéré sur le site, en dehors des eaux noyant les travaux miniers souterrains. Une analyse sur les eaux en aval hydraulique du site n'a montré aucun impact du site sur ces eaux. Par conséquent, aucune mesure supplémentaire n'est à prendre.

#### Site d'Arzenc - La Pique :

Lors de la visite de terrain effectuée en novembre 2009, une seule source a été repérée à proximité et en aval hydraulique du site. Un prélèvement d'eau (ARZ1) a été effectué. L'analyse n'a montré aucun impact du site sur les eaux. Par conséquent, aucune mesure supplémentaire n'est à prendre.

#### Site des Bondons :

Des mesures ont été prises vis-à-vis du drainage des eaux du site. Pour les eaux de surface, les aménagements ont eu pour objectifs de limiter les infiltrations dans la mine à ciel ouvert et la verse à stériles. Pour se faire :

- les eaux extérieures au site : elles sont collectées dans des fossés périphériques et rejetées dans les ruisseaux avoisinants. Le ruisseau des Besses a été déplacé 50 m plus au nordouest du site afin d'éviter tout contact avec les dépôts de stériles.
- les eaux de ruissellement sur le site : les eaux drainées par la découverte sont collectées et rejoignent les drains situés sous la verse à stériles. Les eaux de ruissellement de la verse à stériles sont collectées par un réseau de banquettes et de fossés vers le rejet.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 127/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

 les eaux de percolation sur le site : les eaux de percolation de la MCO sont captées au niveau de l'exutoire de la mine à ciel ouvert et rejoignent les eaux de percolation de la verse à stériles, récupérées en pied de verse.

Au vue des résultats des analyses effectuées depuis 1991, aucune mesure supplémentaire n'est à prendre vis-à-vis des impacts sur le vecteur « eau ».

## Site de St-Alban-sur-Limagnole :

La fosse a été remblayée avec les produits stériles pour constituer un petit plan d'eau circulaire de 3 000 m² et de 3 m de profondeur maximale. La gestion des eaux amont/aval exutoire du lac a été réalisée par un réseau de fossés, des passages busés, des ouvrages de répartition des eaux et des descentes d'eau. L'eau du bassin versant environnant a été détournée vers le lac.

Les analyses réalisées en 2009 en amont et en aval hydraulique du lac ne montrent pas d'impact significatif sur l'environnement.

## Site de Pratlong:

Au cours de la visite de terrain d'avril 2010, seule une source à très faible débit a été repérée dans une zone humide située à l'aval sur la structure et a fait l'objet d'un prélèvement. L'analyse n'a montré aucun impact du site sur les eaux. Par conséquent, aucune mesure supplémentaire n'est à prendre.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 128/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

## 11 CONCLUSIONS

## 11.1 CONCLUSIONS DE L'ANALYSE ENVIRONNEMENTALE

L'analyse environnementale issue de la recherche documentaire, des différentes études réalisées, des investigations de terrain, des mesures de débits de dose sur sites et dans leur environnement, et des analyses effectuées dans le compartiment aquatique, a mis en évidence :

- Des rejets d'eau identifiés sur 3 sites uniquement : le Cellier, les Pierres Plantées et les Bondons. Le suivi mensuel régulier depuis la fin des travaux de réaménagement en 1991 montre des concentrations en radionucléides (U<sub>238</sub> maxi = 1 156 μg/l et Ra<sub>226</sub> maxi = 0,26 Bq/l) sous les seuils fixés par les arrêtés préfectoraux, en particulier ceux mentionnés par le décret n°99-222 qui constitue la seconde partie relative à la protection de l'environnement du titre Rayonnements Ionisants de la Réglementation Général des Industries Extractives.
- Un impact limité sur les cours d'eau récepteurs ( $U_{238}$  maxi = 153 µg/l et Ra<sub>226</sub> maxi = 0,08 Bq/l), mesurable sur les cours d'eau à faible débit.
- L'absence d'impact significatif des sites sur le vecteur air.
- Une mise en sécurité pérenne des ouvrages miniers par l'absence de fontis ou d'affaissement observés sur le terrain, excepté le site du Sapet.
- L'absence d'informations sur les pratiques en matière de cessions des stériles miniers aux particuliers et aux collectivités.
- Une surveillance radiologique maintenue sur le site du Cellier présentant des enjeux environnementaux spécifiques liés à la présence de résidus de traitement du minerai. Cette surveillance est également maintenue sur les sites où les rejets présentaient des concentrations en uranium 238 soluble non négligeables après l'arrêt de l'exploitation (les Pierres Plantées, les Bondons).
- La dose efficace annuelle ajoutée du fait des anciennes activités minières, calculée à partir de 3 scénarii d'exposition (adultes et enfants vivant dans l'environnement des sites / adultes séjournant épisodiquement sur site), est depuis de nombreuses années largement inférieure à la limite réglementaire de 1 mSv/an. Elle est comprise entre 0,01 et 0,62 mSv/an.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 129/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

## 11.2 MESURES PRISES POUR REDUIRE LES IMPACTS

#### 11.2.1 Surveillance des sites

La périodicité des contrôles effectués est la suivante :

Périodicité des contrôles	Sites miniers
Journalière	Le Cellier
Mensuelle	Le Villeret, Les Pierres Plantées, Les Bondons
Annuelle	Le Sapet
Décennale	Les Devès, La Poudrière, La Rouchette, Arzenc -La Pique, Saint-Alban, Pratlong

#### Contrôle de l'eau :

En 2010, près de 5 000 analyses ont été effectuées. Les analyses sont effectuées par :

- MICA ENVIRONNEMENT (laboratoire sur le site du Cellier) : pH, conductivité, sulfates, chlorures, MES, MT, fer
- ALGADE : radium, uranium
- Autre laboratoire: DBO5, DCO, azote, hydrocarbures, Ni, Al, Zn, cyanures, Cr, As, Va, Mo, Se

#### Contrôle de l'air :

En 2010, un peu plus de 250 analyses ont été effectuées. Les analyses sont effectuées par ALGADE.

Sur le site du Cellier et dans son environnement proche, 3 dosimètres de site et 7 dosimètres thermoluminescents sont installés.

Sur le site des Pierres Plantées et dans son environnement proche, 1 dosimètre de site et 5 dosimètres thermoluminescents sont installés.

Sur le site des Bondons et dans son environnement proche, 4 dosimètres de site et 4 dosimètres thermoluminescents sont installés.

Un tableau récapitulatif du nombre d'analyses effectuées sur l'eau et l'air en 2010 est présenté à la figure 30.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 130/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

## 11.2.2 Mesures prises suite à la visite de la DRIRE des 21 et 22/09/2009

#### Sécurité des zones des anciennes activités minières

## Site des Bondons:

- évacuation au niveau de la menuiserie de déchets (tôles et chutes de bois) vers des filières appropriées,
- mise en sécurité de l'accès au bassin avant rejet au moyen d'une clôture et d'un dispositif pour sortir de l'eau,
- fermeture du portail d'accès principal par cadenas.

## Site du Cellier:

- accès restreint à la zone des rejets par un portail verrouillé par cadenas,
- remise en état des clôtures de la zone des bassins de la Conze.

## Réduction et surveillance de l'impact environnemental

## Recueil de données disponibles sur les dépôts de stériles :

- Site des Devès : localisation précise du site et réalisation d'un plan compteur.
- Site d'Arzenc -La Pique : localisation du site et des remblais routiers et réalisation d'un plan compteur.
- Site de Saint-Alban-sur-Lim. : localisation des stériles et données sur la fréquentation actuelle du site.
- Site de la Rouchette : localisation du site et réalisation d'un plan compteur.

## Analyses des eaux :

Site du Sapet : analyse des eaux de la cheminée, aval et amont site.

## Estimation de la dose efficace annuelle ajoutée :

- Site des Bondons : mesure de radioactivité dans les poissons et les fruits.
- Site de Saint-Alban-sur-Limagnole : mesure de radioactivité dans les poissons et dans l'eau aval/amont.
- Site du Villeret : mesure de radioactivité dans les poissons.
- Site d'Arzenc-la Pique : estimation de l'impact dosimétrique des remblais routiers par expertise géologique et radiomètrique.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 131/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

#### Réduction du débit de dose :

- Site de Saint-Alban-sur-Limagnole : projet de travaux sur la zone parking, piste, tourbière.
- Site des Pierres Plantées : projet de travaux sur les zones d'anomalies au Sud-Est et à l'Est de l'ancienne mine à ciel ouvert.

## Renforcement de l'information :

- Création d'une CLIS pour les anciens sites miniers d'uranium de Lozère (arrêté préfectoral du 29/04/2010).
- Site du Cellier :
  - o mise en place de panneaux indicateurs supplémentaires à la périphérie du site,
  - o dossier technique réactualisé sur le traitement des eaux,
  - o information sur les servitudes en périphérie de la zone de traitement du site.

## 11.3 PROPOSITION D'ACTIONS CORRECTIVES A METTRE EN ŒUVRE

Suite à la surveillance régulière des sites depuis 1991 et aux dernières mesures effectuées au cours des années 2009 et 2010, AREVA NC propose de mettre en œuvre les actions suivantes :

## **SITE DU CELLIER:**

 Constat : Remontée significative temporaire du niveau des boues au niveau de la cheminée Robbins.

Proposition: Réfection du réseau de pompage des boues vers la MCO avec 2 points d'injection utilisables.

- Constat : Accumulation des boues dans les décanteurs et colmatage des drains calcaires.
  - Proposition: Curage des décanteurs et lavage des drains calcaires tous les deux ans.
- Constat : Dégradation par vieillissement du système de pompage des boues.
  - Proposition : Réfection du système de pompage (puits et potence).
- Constat : Développement d'une végétation envahissante aux abords des points de contrôle.
  - Proposition : Débroussaillage et déboisement pour l'accès aux différents points de contrôle.
- Constat : Peu de connaissances sur l'évolution minéralogique et géochimique des résidus de traitement par lixiviation statique.
- Proposition : Réalisation d'un sondage de reconnaissance dans les tas de lixiviation.
- Constat : Installations électriques vieillissantes.
- Proposition : Travaux de réfection et de mise en conformité des installations électriques.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 132/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

## **SITE DU VILLERET:**

• Constat : Peu de connaissance sur l'ichtyologie des poissons du lac.

Proposition: Réalisation d'une pêche scientifique.

#### SITE DU SAPET:

• Constat: Deux petites zones anomales (3 000 et 4 000 c/s SPP2) ont été identifiées lors du plan compteur effectué en décembre 2009.

*Proposition* : Décapage de ces zones anomales et évacuation des produits vers le stockage du Cellier.

• Visite annuelle et compte-rendu d'expertise de l'évolution de l'affaissement au droit de l'ancien puits.

## **SITE DE PRATLONG:**

Constat: Un léger affaissement s'est produit au droit de l'ancien puits.

Proposition : Comblement de l'affaissement au moyen de matériaux stériles.

## **SITE DES PIERRES PLANTEES:**

• Constat : Une zone anomale (1 000 à 2 000 c/s SPP2) a été identifiée au niveau de l'ancienne exhaure et de la zone située en aval hydraulique. Un plan compteur a été réalisé.

Proposition : Réalisation de travaux.

## 11.4 GESTION DE STERILES 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 de la Lozère	Août 2011	Page : 133/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Afin de répondre à cette demande, AREVA NC a prévu deux grandes phases de reconnaissance :

- PHASE 1 : Survol aérien de reconnaissance sur l'ensemble des communes concernées par la concession de Grandrieu et étendu à la commune de Gueugnon. La figure 31 présente la zone concernée par ce survol aérien.
- PHASE 2 : Vérification et identification au sol des anomalies relatives repérées par le survol aérien, puis vérification de la compatibilité des usages.

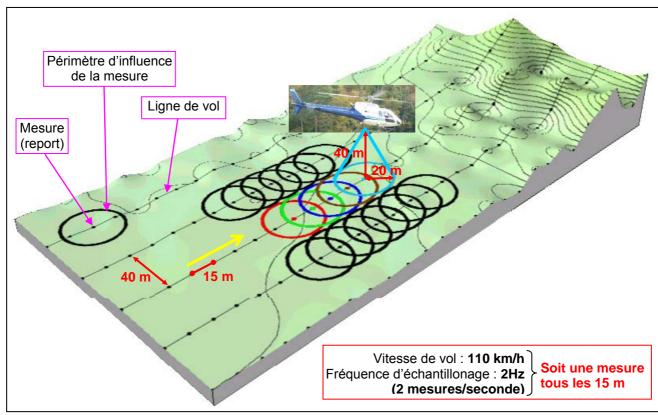
La méthode retenue est la réalisation d'un levé spectrométrique héliporté de très haute résolution.

La spectrométrie gamma est la seule méthode de détection directe d'anomalies radiométriques. Il s'agit d'une méthode classique et systématique en exploration minière pour l'uranium, à l'échelle régionale ou sur cible. Ce dispositif héliporté permet un inventaire systématique et rapide.

Les spécifications retenues ont été adaptées à la problématique des stériles miniers et sont les suivantes :

- Vitesse de l'hélicoptère : 110 km/h,
- Echantillonnage: 2 Hz, soit 15 m entre deux mesures consécutives,
- Volume de cristal (Nal): 41.8 l (deux spectromètres),
- Espacement entre les lignes de vol : 40 m,
- Hauteur de vol : 40 m.

## Le schéma suivant reprend ces caractéristiques :



Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 134/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Cette campagne aérienne a été réalisée courant automne 2010.

A l'issue de cette campagne aérienne, les cartes suivantes seront élaborées :

- des cartes en couleur ombragée et contour du potassium (%), de l'uranium (ppm), du thorium (ppm), du comptage total (débit de dose en nGy/h) et des radioéléments (ternaire, ratios,...);
- une carte du modèle numérique de terrain.

La seconde phase comprend la reconnaissance au sol des anomalies relatives observées sur ces cartes. La reconnaissance au sol peut se faire de manière pédestre ou autoportée en fonction des cas et sera accompagnée d'une vérification de l'origine des matériaux créant ces anomalies.

Enfin, si les matériaux repérés par la reconnaissance au sol s'avèrent être des stériles miniers, il sera réalisé des mesures de débit de dose sur les zones concernées puis une évaluation dosimétrique avec des scénarios génériques.

En cas d'incompatibilité d'usage, la situation sera étudiée au cas par cas en lien avec l'ARS et l'ASN.

## 11.5 INFORMATION 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.

Sur le département de la Lozère, seul le site du Cellier possédant un stockage de résidus de traitement fait l'objet d'un affichage :



Ces panneaux mentionnent entre autres les arrêtés préfectoraux d'arrêt définitif des travaux et de surveillance, un lien vers le site Internet du Réseau National de Mesures de Radioactivité de l'Environnement où AREVA transmet l'ensemble des mesures réglementaires réalisées sur ces sites.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 135/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

## Références bibliographiques

- [1] Antoine PAUCARD et ses amis, *La mine et les mineurs de l'uranium français*, Tome IV, Volume I, 2007.
- [2] J.-P. DONNADIEU et M. MASCARINO, Evaluation fine du gisement des Bondons; méthodologie d'exploitation sélective, Industrie Minérale Mines et Carrières Les Techniques, Mars-Avril 1990.
- [3] M. VIARD, La mine des Pierres Plantées, Rapport interne CFM.
- [4] DIREN Languedoc Roussillon, Fondements et organisation des paysages de Lozère <a href="http://www.languedoc-roussillon.ecologie.gouv.fr/lozere/fondements.asp">http://www.languedoc-roussillon.ecologie.gouv.fr/lozere/fondements.asp</a>
- [5] J. KESSLER et A. CHAMBRAUD, Météo de la France, 1990.
- [6] CFM, Gîte des Bondons Déclaration d'ouverture de travaux miniers Etude d'impact sur l'environnement, Dossier n°18-48-715, Juillet 1985.
- [7] Hydro Banque <a href="http://www.hydro.eaufrance.fr/">http://www.hydro.eaufrance.fr/</a>
- [8] Site internet du MEEDDM : Plan National du Gestion des Matières et Déchets Radioactifs : <a href="http://www.developpement-durable.gouv.fr/Le-plan-national-de-gestion-des.html">http://www.developpement-durable.gouv.fr/Le-plan-national-de-gestion-des.html</a>
- [9] Site internet de l'IRSN : MIMAUSA : <a href="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/</a>
- [10] J.-P. DONNADIEU, Fiches stabilité des sites, Rapport MICA ENVIRONNEMENT n°99-180, 1999.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 136/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

# Liste des expertises des sites de Lozère depuis la fin des travaux de reamenagement

1/ RAPPORTS	<u>SIRAS</u>	N° Rapport
02/09/1991	Commentaires sur visite du site du Cellier	
01/92	Contrôle des eaux sur les sites de Lozère - Synthèse des observations 1991	
05/07/2012	CFM Sites de Lozère : Expertise de l'état des lieux	92-08
06/11/1992	CFM Sites de Lozère : Expertise de l'état des lieux	
01/93	CFM Sites de Lozère : Bilan 1992 du contrôle des eaux	93-237
06/05/1993	Suivi des sites : Visite du 6.5.93	93-2089
15/07/1993	Suivi des sites : Visite du 15.7.93	93-2795
27/10/1993	Suivi des sites : Visite des 27 et 28/10/93	93-3755
02/94	CFM : Sites de Lozère : Bilan 1993 du contrôle des eaux	94-291
02/94	CFM : Etude de déchets : Site du Cellier	94 - 464
06/05/1994	CFM : Site du Sapet	94 - 1420
03/08/1994	CFM : Site du Cellier : Visite des 3 et 4/8/94	94 - 2231
08/94	CFM : Site du Cellier : Rapport annuel 1993	
01/95	CFM : Site du Cellier : Observation sur les conséquences d'un épisode pluvieux (22 au 30/9/94)	95 – 546
02/95	CFM : Sites de Lozère : Bilan 1994 du contrôle des eaux	95 - 545
03/95	CFM : Sites de Lozère : Prélèvements et analyses - Mise à jour	95 - 547
03/95	CFM : Sites de Lozère : Suivi des opérations de végétalisation herbacée de l'Automne 1994	95 -
04/95	CFM : Site des Bondons : Documentation sur les analyses géotechniques	95 - 1990
04/95	CFM : Site de Lozère : Rapport Annuel 1994 (A.P)	
07/95	CFM : Sites de Lozère : C.R de visite du 13/7/95	
10/95	CFM : Sites de Lozère : C.R de visite du 16/10/95	95 - 3451
12/95	CFM : Sites de Lozère : C.R de visite du 22/12/95	96 - 005
02/96	CFM : Sites de Lozère : Bilan annuel eaux 1995	96 - 521
04/96	CFM : Site du Cellier : Rapport annuel 1995 (A.P)	96 - 1228
04/96	CFM : Site de St Alban (Lozère)	96 -1693
10/96	CFM : Sites de Lozère : C.R visite 21/10/96	96 - 3583
02/97	CFM : Sites de Lozère : Bilan annuel 1996	97 - 480
03/97	CFM : Site des Pierres Plantées, bilan des eaux 1988-1996	97 - 1011
03/97	CFM : Sites de Lozère : Prélèvements pour le contrôle des sites : mise à jour fév.97	97 - 514
06/97	CFM : Site du Cellier : Rapport annuel 1996 (AP)	97 - 1908
03/98	CFM : Sites de Lozère : Bilan annuel des eaux 1997	98 –
06/98	CFM : Site du Cellier : Rapport annuel 1997 (A.P)	98 –

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 137/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

2/ RAPPORTS	MICA Environnement	N° Rapport
02/99	CFM : Sites de Lozère : Bilan annuel des eaux 1998	99 – 034
03/99	CFM : Site du Cellier : Rapport annuel DRIRE 1998	99 – 13
03/99	CFM : Demande d'allègement des contrôles	99 – 058
03/99	CFM : Site du Villeret : Bilan des eaux 1989-1998	99 – 061
03/99	CFM : Site des Pierres Plantées : Bilan des eaux 1988-1998	99 – 062
	CFM : Site des Bondons : Bilan des eaux 1991-1998	99 – 060
05/99	CFM : Sites de Lozère : Fiches stabilité des sites	99 – 180
02/00	CFM : Sites de Lozère : Prélèvements et analyses mise à jour des contrôles	00 - 043
02/00	CFM : Sites de Lozère : Bilan annuel des eaux 1999	00 – 077
04/00	CFM : Site du Cellier : Rapport annuel DRIRE 1999	00 – 161
08/00	CFM : Site du Sapet : Visite du 16/08/00	00 - 276
08/00	CFM : Site du Villeret : Projet de dérivation des eaux	00 - 281
04/01	CFM : Sites de Lozère : Bilan annuel des eaux 2000	01 – 189
04/01	CFM : Site du Cellier : Rapport annuel DRIRE 2000	01 – 190
04/01	CFM : Site du Sapet : Visite du 13/04/01	01 – 199
09/01	CFM : Site du Sapet : Travaux de mise en sécurité 09/01	01 – 366
02/02	CFM : Sites de Lozère : Bilan annuel des eaux 2001	02 - 077
05/02	CFM : Site du Cellier : Justificatif des dispositions d'aménagement de surveillance	02 – 110
07/02	CFM : Sites de Lozère : Rapport annuel DRIRE 2001	02 – 078
02/03	CFM : Sites de Lozère : Inventaire des arrêtés Préfectoraux et déclaration de	03 – 081
02/03	délaissement en vigueur CFM : Sites de Lozère : <b>Bilan annuel des eaux 2002</b>	03 – 081
04/03	CFM : Site du Cellier : Rapport annuel DRIRE 2002	03 – 001
04/03	CFM : Site du Cellier : Projet de réactualisation du suivi des eaux	03 – 140
03/04	CFM : Sites de Lozère : Bilan annuel des eaux 2003	04 – 080
03/04	CFM : Site des Bondons : Demande d'arrêt définitif des contrôles réguliers pour la	04 – 000
00/01	surveillance du site	04 – 081
03/04	CFM : Site du Cellier : Rapport annuel DRIRE 2003	04 - 082
02/05	CFM : Sites de Lozère : Bilan annuel des eaux 2004	05 – 071
02/05	CFM : Site du Cellier : Rapport annuel DRIRE 2004	05 – 072
03/06	CFM : Site du Cellier : Réactualisation du suivi - Eléments de réponse à la lettre DRIRE du 11/01/06	06 – 101
06/06	CFM : Sites de Lozère : Bilan annuel des eaux 2005	06 – 099
06/06	CFM : Site du Cellier : Rapport annuel DRIRE 2005	06 – 100
01/07	CFM : Site du Cellier : Eléments de réponse à la lettre DRIRE 23/10/06	07 – 003
02/07	CFM : Sites de Lozère : Bilan annuel des eaux 2006	07 - 064
06/07	CFM : Site du Cellier : Rapport annuel DRIRE 2006	07 – 065
07/07	CFM : Site des Pierres Plantées : Demande d'arrêt définitif des contrôles	07 – 176
03/08	CFM : Sites de Lozère : Bilan annuel des eaux 2007	08 – 071
06/08	CFM : Site du Cellier : Rapport annuel DRIRE 2007	08 - 072
04/09	CFM : Sites de Lozère : Bilan annuel des eaux 2008	09 – 112
06/09t	CFM : Site du Cellier : Rapport annuel DRIRE 2008	09 – 113
07/09t	CFM : Site Cellier Villeret: détermination IBGN Fouillouse	09 – 195
11/09	CFM : Site du Cellier: dispositifs traitement passif eaux, adaptation 2009	09 – 330

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 138/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

## 3/ AUTRES RAPPORTS

03/97	SEPA (COGEMA) : Essais sur les boues et les eaux du Cellier	CGN/SPI 97 103
04/97	CREGU : Géochimie des eux du Cellier et Bondons	
10/0	SEPA (COGEMA) : Site du Cellier : Tests d'évaluation d'un traitement passif des eaux calcaires	LAB-MB/EG 2004/816
07/05	SEPA (COGEMA) : Site du Cellier Etude de réalisation d'un drain calcaire industriel	2005/197
11/06	SEPA (AREVA) : Site du Cellier : Traitement par drain calcaire - Dossier technique pour la DRIRE	2006/317
04/09	IRSN/DEI : Programme MIMAUSA : mission pilote nov. 2008 sur les anciens sites de Lozère	DEI/SARG 2009-04

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 139/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

# Liste des Figures, Annexes et Plans

Figure 1 : La Lozère : paysages et reliefs

Figure 2 : Sites miniers et bassins versants (Allier, Tarn, Truyère)

Figure 3: Captages d'alimentation en eau potable du département de la Lozère en 2004

Figure 4 : Vue en perspective des travaux miniers souterrains du site des Pierres Plantées

Figure 5 : Coupe des travaux souterrains du site du Sapet

Figure 6 : Schéma de principe du traitement dynamique de l'usine du Cellier

Figure 7 : Schéma de principe de l'usine « solvant » - Site du Cellier

Figure 8 : Schéma de principe du traitement par lixiviation statique en tas - Site du Cellier

Figure 9 : Production cumulée de minerai et stériles pour le département de la Lozère

Figure 10 : Plan de situation des résidus de traitement sur le site du Cellier

Figure 11: Coupe N-S du stockage ICPE du Cellier

Figure 12 : Arzenc – La Pique : résultats d'analyses sur les eaux

Figure 13 : Le Villeret : résultats d'analyses sur les eaux depuis 2000

Figure 14 : Le Cellier : résultats d'analyses sur les eaux depuis 2000

Figure 15 : Le Sapet : résultats d'analyses sur les eaux

Figure 16 : La Rouchette : résultats d'analyses sur les eaux

Figure 17 : Les Pierres Plantées : résultats d'analyses sur les eaux depuis 2000

Figure 18: Pratlong: résultats d'analyses sur les eaux

Figure 19 : Saint-Alban : résultats d'analyses sur les eaux

Figure 20 : Les Bondons : résultats d'analyses sur les eaux depuis 2000

Figure 21 : Les Bondons : résultats d'analyses sur les eaux depuis 2000

Figure 22 : Origine et volumes des eaux des rejets du site du Cellier pour l'année 2009

Figure 23 : Le Cellier : résultats d'analyses sur l'air depuis 2000

Figure 24 : Les Pierres Plantées : résultats d'analyses sur l'air depuis 2000

Figure 25 : Les Bondons : résultats d'analyses sur l'air depuis 2000

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 140/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

Figure 26 : Schémas types des différents cas de recouvrements – site du Cellier

Figure 27 : Circuit de drainage des eaux du site du Cellier

Figure 28 : Circuit des eaux de la station de traitement du Cellier

Figure 29 : Schéma de principe du bassin tampon du site du Cellier

Figure 30 : Tableaux récapitulatifs du nombre d'analyses effectuées en 2009 sur les eaux et l'air

pour les sites de Lozère

Figure 31 Localisation du secteur concerné par le survol aérien en Lozère

Annexe 1: Fiches de sites, fiches de chantiers, fiches ICPE

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 : Cartes géologiques

Annexe 6 : Arrêté préfectoral prescrivant la réalisation d'un bilan environnemental pour les sites

uranifères de Lozère

Plan 1 : Situation des sites miniers uranifères exploités en Lozère

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 141/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

## **Glossaire**

#### **ACTIVITE**

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 DECHETS 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 ».

#### **ARENE**

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 bequerel (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 A 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.

## **CFM (COMPAGNIE FRANÇAISE DE MOKTA)**

Société issue de la fusion en 1982 de CFMU et de la société minière MOKTA.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 142/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

## CFMU (COMPAGNIE FRANÇAISE DES MINERAIS D'URANIUM)

Société minière crée en 1955 avec le concours du CEA, Kuhlmann, Le Nickel, Péchiney, Pennaroya, Banque Rothschild.

## CHAINE RADIOACTIVE (OU DE DESINTEGRATION) D'UN RADIONUCLEIDE

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.

## **CIM (COMPAGNIE INDUSTRIELLE ET MINIERE)**

Société filiale de Rhône Poulenc et héritière de la branche minière de St-GOBAIN.

## COGEMA (COMPAGNIE GENERALE DES MATIERES NUCLEAIRES)

Groupe industriel du secteur de l'énergie, qui a bénéficié du transfert de l'ensemble des installations qui relevait de l'ancienne Direction des Productions du CEA (décret n°75-1250 du 29 décembre 1975). COGEMA est intégré à AREVA depuis septembre 2001.

## **CONTAMINATION (RADIOACTIVE)**

Présence indésirable, à un niveau significatif, de substances radioactives à la surface ou à l'intérieur d'un milieu quelconque. Pour l'homme, la contamination peut être externe (sur la peau) ou interne (par ingestion ou inhalation).

#### **DEBIT 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 (µG/h).

#### **DECHETS**

« 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).

#### **DECHETS RADIOACTIFS**

Substances radioactives pour lesquelles aucune utilisation ultérieure n'est prévue ou envisagée.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 143/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

#### **DEMANTELEMENT**

- 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.

#### **DESINTEGRATION**

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, bêta, gamma).

#### **DOSIMETRIE**

Théorie et application des principes et des techniques de mesures ou d'estimation des doses de rayonnements ionisants reçues ou susceptibles de l'être.

#### **EXHAURE OU SURVERSE**

Dans le domaine minier, le terme d'exhaure désigne l'évacuation des eaux d'infiltration dans des ouvrages souterrains. Elle peut s'effectuer par drainage gravitaire ou au moyen d'installations de pompage.

#### **EXUTOIRE**

Débouché à l'extérieur d'un milieu assurant l'écoulement d'une substance, en particulier de l'eau.

## FAMILLE RADIOACTIVE (CHAINE DE DESINTEGRATION)

Ensemble de radionucléides dont chaque membre est formé par désintégration radioactive du précédent. Il existe trois familles radioactives naturelles, avec comme « têtes de chaîne » (premier radionucléide) : l'uranium 238, l'uranium 235 et le thorium 232.

#### **FONTIS**

Affaissement, ou l'effondrement du sol, causé par un éboulement souterrain minier proche de la surface.

## **IPSN (INSTITUT DE PROTECTION ET DE SURETE NUCLEAIRE)**

Ancien établissement du CEA créé en 1976, chargé de la recherche et de l'expertise sur le risque nucléaire et ses conséquences. L'IPSN a été regroupé avec l'OPRI en février 2002 pour former l'IRSN.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 144/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

## IRSN (INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET DE SURETE NUCLEAIRE)

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.

## MARQUE (SITE)

Site présentant des traces de radionucléides naturels ou artificiels, détectables sans qu'il y ait nécessairement d'action particulière envisagée.

## PERIODE 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.

## POLLUE (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.

## **PRODUITS RADIFERES**

Produits contenant du radium.

## **PRODUITS URANIFERES**

Produits contenant de l'uranium.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 145/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

#### **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 CYCLONES

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 ».

#### RESIDUS 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.

#### **SCENARIO**

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.

#### SITE OU MILIEU RADIOLOGIQUEMENT MARQUE

Site ou milieu où l'on détecte des traces de radionucléides sans qu'il y ait nécessairement à envisager d'actions particulières.

#### **STERILES**

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 DECHETS 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.

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 146/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

#### **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 de la Lozère	Août 2011	Page : 147/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0

# Sigles et abréviations

AEP Alimentation en Eau Potable

ANDRA Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs

AP Arrêté Préfectoral BV Bassin Versant

CEA Commissariat à l'Energie Atomique

CESAAM Centre d'Etudes et de Suivi des Anciennes Activités Minières

CFM Compagnie Française de Mokta

CFMU Compagnie Française des Minerais d'Uranium

CIM Compagnie Industrielle et 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

DREAL Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DRIRE Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement

DPPR Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques

DTL Dosimètre Thermo-Luminescent

EAP Energie Alpha-Potentielle

ICPE Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

IGN Institut Géographique National

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

QIX Débit instantané maximal

QMNA2 Débit mensuel minimum bisannuel
QMNA5 Débit mensuel minimum quinquennal

RGIE Règlement Général des Industries Extractives
SIMO Société Industrielle des Minerais de l'Ouest

SPP2 et SPP<sub>\gamma</sub> Scintillomètre Portatif de Prospection

TMS Travaux Miniers Souterrains

Bilan Environnemental – Sites miniers de la Lozère	Août 2011	Page : 148/148
Rédacteur : MICA Environnement	Vérificateur : AREVA NC (Christian ANDRES)	Version 2.0