

ETABLISSEMENT DE BESSINES

CESAAM



---

**BILAN DE FONCTIONNEMENT**

**CORREZE**

---

# SOMMAIRE

<b>Glossaire.....</b>	<b>6</b>
<b>Sigles et abréviations .....</b>	<b>8</b>
<b>Généralités concernant la radioactivité .....</b>	<b>9</b>
<b>Préambule.....</b>	<b>12</b>
<b>1. PRESENTATION GENERALE DES ACTIVITES MINIERES ET INDUSTRIELLES DU DEPARTEMENT DE LA CORREZE .....</b>	<b>14</b>
1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE .....	14
1.2. HISTORIQUE .....	14
<b>2. PRESENTATION GENERALE DE L'ENVIRONNEMENT DES SITES.....</b>	<b>17</b>
2.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE .....	17
2.1.1. Géologie des terrains uranifères.....	17
2.1.2. Tectonique .....	17
2.1.3. Caractéristiques de la minéralisation.....	18
2.1.4. Fond radiométrique régional.....	18
2.2. ENVIRONNEMENTS PAYSAGERS ET DEMOGRAPHIQUES [4].....	18
2.3. CONTEXTE CLIMATIQUE .....	19
2.3.1. Pluviométrie .....	19
2.3.2. Températures .....	19
2.3.3. Vents.....	20
2.4. CONTEXTE HYDROLOGIQUE .....	20
2.4.1. Bassins versants.....	20
2.4.2. Débit des cours d'eau .....	21
2.4.3. Utilisation des eaux.....	22
2.5. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE .....	23
<b>3. L'EXPLOITATION MINIERE ET LE TRAITEMENT DES MINERAIS .....</b>	<b>24</b>
3.1. LES METHODES D'EXPLOITATION .....	24
3.1.1. Les travaux de reconnaissance.....	24
3.1.2. Exploitation à ciel ouvert.....	24
3.1.3. Exploitation souterraine .....	24
3.2. LE TRAITEMENT DU MINERAL .....	25
<b>4. PRESENTATION DES SITES MINIERS.....</b>	<b>28</b>
4.1. GENERALITES.....	28

4.2.	CONTEXTE REGLEMENTAIRE.....	30
4.2.1.	Titres miniers .....	30
4.2.2.	Réglementations européennes et nationales .....	31
4.2.3.	Arrêtés préfectoraux .....	34
4.2.4.	Situation réglementaire des sites et installations arrêtées .....	35
4.3.	SITES MINIERES ET BASSINS VERSANTS .....	36
4.4.	PRESENTATION DES SITES .....	37
4.4.1.	Bassin versant de La Diège.....	37
4.4.2.	Bassin versant de La Luzège .....	39
4.4.3.	Bassin versant direct de la Dordogne et de la Maronne .....	40
4.4.4.	Bassin versant direct de la Dordogne.....	41
4.4.5.	Bassin versant de la Maronne .....	41
4.4.6.	Bassin versant du Doustre.....	43
4.4.7.	Bassin versant de la Vimbelle (affluent de la Corrèze) .....	44
4.4.8.	Bassin versant de la Vienne .....	44
5.	LES RESIDUS ET DECHETS D'EXPLOITATION .....	45
5.1.	GENERALITES – TENEUR EN URANIUM .....	45
5.2.	REAMENAGEMENT DES VERSES A STERILES .....	45
5.3.	REUTILISATION PARTICULIERE DES STERILES .....	46
6.	EVALUATION DES IMPACTS EN TERME DE SECURITE PUBLIQUE .....	47
6.1.	INTRODUCTION .....	47
6.2.	LES RISQUES LIES AUX TRAVAUX SOUTERRAINS .....	47
6.2.1.	Les ouvrages de liaison fond-jour.....	47
6.2.2.	Les infrastructures et chantiers souterrains.....	49
6.3.	LES RISQUES LIES AUX MINES A CIEL OUVERT .....	52
6.4.	LES RISQUES LIES AUX VERSES A STERILES.....	53
7.	EVALUTION DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT .....	54
7.1.	IMPACT SUR LE VECTEUR EAU .....	54
7.1.1.	Voie de contamination sur le milieu aquatique .....	54
7.1.2.	Valeurs de référence « milieu naturel » .....	55
7.1.3.	Analyse par bassin versant de l'impact réel sur le milieu aquatique .....	55
7.1.4.	Bilan des impacts sur le milieu aquatique .....	60
7.2.	IMPACT SUR LE VECTEUR AIR .....	61
7.2.1.	Voies de contamination de l'air.....	61
7.2.2.	Surveillance de la qualité radiologique de l'air .....	62
7.2.3.	Résultats de la surveillance de la qualité de l'air.....	63
8.	EVALUATION DE LA DOSE EFFICACE AJOUTEE.....	66
8.1.	PRINCIPE DE L'EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES.....	66
8.2.	RISQUES RADIOLOGIQUES.....	66
8.3.	LA NOTION DE DOSE EFFICACE.....	67

<b>8.4. METHODE D'EVALUATION DE LA DOSE EFFICACE AJOUTEE DANS L'ENVIRONNEMENT PROCHE DES SITES .....</b>	<b>68</b>
8.4.1. Voies d'exposition à considérer .....	68
8.4.2. Détermination des groupes de référence .....	68
8.4.3. Calcul de la dose efficace annuelle ajoutée .....	69
<b>9. MESURES PRISES POUR REDUIRE LES IMPACTS .....</b>	<b>75</b>
9.1. REDUCTION DES IMPACTS SUR LE VECTEUR AIR .....	75
9.2. REDUCTION DES IMPACTS SUR LE VECTEUR EAU .....	76
<b>10. MESURES ENVISAGEES POUR AMELIORER LA CONNAISSANCE DES IMPACTS .....</b>	<b>77</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>79</b>

## Glossaire

LES DEFINITIONS PRESENTEES ICI SONT ADAPTEES DES DEFINITIONS FIGURANT DANS LE GLOSSAIRE GENERAL DE L'EDITION 2002 DU RAPPORT DE L'OBSERVATOIRE NATIONAL DE L'ANDRA « OU SONT LES DECHETS RADIOACTIFS EN France ? »

- ANDRA :** **Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs**  
Etablissement public à caractère industriel et commercial (EPIC), placé sous tutelle des ministères de l'Ecologie et du Développement Durable, de l'Industrie et de la Recherche. Depuis 1993, l'ANDRA publie un rapport sur l'« Etat de la localisation des déchets radioactifs en France ».
- CEA :** **Commissariat à l'Energie Atomique**  
Organisme public de recherche, créé en 1945 pour donner à la France la maîtrise de l'atome et de son utilisation dans les domaines de l'énergie, de l'industrie, de la santé et de la défense
- COGEMA :** **COmpagnie GEnérale des MATières nucléaires**  
Groupe industriel du secteur de l'énergie, qui a bénéficié du transfert de l'ensemble des installations qui relevait de l'ancienne Direction des Productions du CEA (décret n°75-1250 du 29 décembre 1975). COGEMA est intégré à AREVA depuis septembre 2001.
- CONTAMINATION :** Etat caractérisant la matière suite à la présence indésirable 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)
- DECHET :** « 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)
- 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.
- IPSN :** **Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire**  
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.
- IRSN :** **Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire**  
Etablissement public à caractère industriel et commercial créé en février 2002, regroupant les compétences de l'OPRI et de l'IPSN. Placé sous tutelle des ministères de : l'Industrie, la Défense, l'Environnement, la Recherche et la Santé.
- LIXIVIATION :** Procédé qui permet d'extraire certains composés contenus dans un milieu pulvérulent, perméable ou poreux, par passage d'un liquide approprié à travers ce milieu

- OPRI :** **Office de Protection contre les Rayonnements Ionisants**  
Etablissement public de l'Etat chargé des aspects sanitaires de la radioactivité et ayant pour vocation de prévenir les risques dus aux rayonnements ionisants et de développer les moyens nécessaires pour en limiter les effets. L'OPRI a été regroupé avec l'IPSN en février 2002 pour former l'IRSN.
- PRODUITS RADIFERES :** Produits contenant du radium
- PRODUITS URANIFERES :** Produits contenant de l'uranium
- RESIDUS DE TRAITEMENT :**  
Expression désignant les produits sableux et très fins résultant de l'extraction de l'uranium à partir des minerais et contenant tous les autres éléments et minéraux d'origine à l'exception de l'uranium qui en a été extrait
- 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 :** Terres, sables ou roches ne contenant pas de minerai, mais qu'il faut extraire pour pouvoir accéder au minerai lui-même
- STOCKAGE :** Mise en place de produits radioactifs dans une installation appropriée, sans intention de les récupérer
- URANIUM NATUREL :** Uranium dont la composition isotopique est celle de l'uranium tel qu'il se présente à l'état naturel c'est-à-dire sous la forme d'un mélange de trois isotopes dans des proportions massiques bien définies (uranium 238 : 99,28% ; uranium 235 : 0,71% ; uranium 234 : 0,0054%)

## Sigles et abréviations

ADEME	Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
AEP	Alimentation en Eau Potable
ANDRA	Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs
AP	Arrêté Préfectoral
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
BU	Business Unit de COGEMA
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
CIM	Compagnie Industrielle et Minière
CMDT	Compagnie Minière de Dong-Trieu
CMMI	Compagnie Minière et Métallurgique de l'Indochine
COGEMA	Compagnie Générale des MATières nucléaires
DDASS	Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales
DEAA	Dose Efficace Ajoutée Annuelle
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
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
JO	Journal Officiel
MA	Million d'Années
MCO	Mine à Ciel Ouvert
OPRI	Office de Protection contre les Rayonnements Ionisants
PUK	Péchiney-Ugine-Kuhlmann
QIX	Débit instantané maximal
QMNA2	Débit mensuel minimum bisannuel
QMNA5	Débit mensuel minimum quinquennal
RGIE	Règlement Général des Industries Extractives
SCUMRA	Société Centrale de l'Uranium et des Minerais RAdioactifs
SIMO	Société Industrielle des Minerais de l'Ouest
SMAC	Société des Mines de Bitume et d'Asphalte du Centre
SMJ	Société des Mines de Jouac
SMUC	Société Minière de l'Uranium du Centre
SOREMCO	Société de Recherches Minières du Centre-Ouest
SPP2	Scintillomètre Portatif de Prospection
TCMF	TOTAL Compagnie Minière France
TMS	Travaux Miniers Souterrains
TUD	Tranches UniDescendantes

# **Généralités concernant la radioactivité**

## **Quelques définitions concernant l'atome**

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

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

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

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

*Exemple :*

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

## **La radioactivité : un phénomène naturel**

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

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

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

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

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

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

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

### Les différents types de désintégrations

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

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

### Caractérisation d'une source radioactive

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

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

On a donc :

- 1 Bq = 1 désintégration par seconde
- 1 000 Bq = 1 kilobecquerel (1 kBq)
- 1 000 000 Bq = 1 mégabecquerel (1 MBq)
- $1 \cdot 10^9$  Bq = 1 gigabecquerel (1 GBq)
- $1 \cdot 10^{12}$  Bq = 1 térabecquerel (1 TBq)

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

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

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

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

### La notion d'activité

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

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

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

On a donc :  $1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq} = 37 \text{ GBq}$

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

Supposons que vous creusiez une excavation de la taille d'une piscine d'environ 4 m x 10 m x 2 m. Vous allez extraire un volume de terre d'environ 80 m<sup>3</sup>. Si votre terrain est situé en pays cristallin (granitique...), en Bretagne par exemple, il est probable que ces 80 m<sup>3</sup> contiennent une radioactivité d'environ 1 GBq.

Cela signifie que ce volume de terre « émet » une radioactivité naturelle correspondant à un milliard de désintégrations par seconde (10<sup>9</sup>), due essentiellement aux éléments uranium, thorium, radium et potassium 40 qui rentrent dans la composition de cette terre.

### Exemples de valeurs de radioactivité naturelle pour différents milieux

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

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

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

## Préambule

Le présent bilan de fonctionnement :

- a été rédigé conformément aux dispositions de l'arrêté du 13 mars 2008 du Préfet de la Corrèze, pris en vertu de l'arrêté ministériel du 17 juillet 2000 pris en application de l'article 17-2 du décret n° 77-1133 du 21 septembre 1977, lui-même pris pour l'application de la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement (art. L. 511-1 et suivants du code de l'environnement) ;
- comporte trois parties, déclinées en dix chapitres répondant successivement à chacune des exigences énumérées de l'article 1 de l'arrêté préfectoral du 13 mars 2008 susvisé.

Ainsi, ce bilan a pour objectif de dresser un état des lieux des connaissances sur les sites miniers uranifères du département de la Corrèze, sites hérités par AREVA NC au cours des différents rapprochements avec les sociétés privées exploitantes.

La liste, figurant en annexe 1 de l'arrêté préfectoral du 13 mars 2008 comporte les sites suivants :

- **Le Jacquet.**
- **Le Boucheron – FE5**, dénommé dans ce bilan « LE BOUCHERON », FE5 étant une autre dénomination utilisé pour le gisement.
- **FE5 NW**, ce site a été rattaché au site du Boucheron, du fait de son historique et de sa proximité immédiate : en effet FE5 NW correspond à une extension du gisement FE5 du du site du Boucheron.
- **La Besse – Plagne – Hourtoule – Vialhaure**, ces sites apparaissent dans le bilan sous le bilan sous la dénomination « LA BESSE » : La Plagne, Hourtoule et Vialhaure correspondent à des quartiers d'exploitation du site.
- **Le Longy.**
- **Le Jaladis.**
- **Le Peuch.**
- **La Bréjade.**
- **Le Châtaignier.**
- **La Porte.**
- **Les Biorottes**, ce site est dénommé « GALERIE DES BIAUROTTEES » dans ce bilan du fait de son usage courant dans les documents d'archives.
- **Puits Marinié – Léonac**, ce site apparait sous la dénomination « Puits MARINIE » dans ce bilan, Léonac étant un autre nom du site sur certains documents d'archives du fait de la proximité du lieu-dit ainsi dénommé.
- **La Barrière – La Prade**, ce site est dénommé « LA BARRIERE » dans ce bilan du fait de son usage courant dans les documents d'archives, le nom de La Prade étant peu usité.
- **Les Salles.**
- **La Vedrenne-Sud**, dénommé « LA VEDRENNE » par souci de simplification.

Deux sites ont été ajoutés à ce bilan de fonctionnement :

- **Salamanière**, qui figurait dans l'arrêté préfectoral du 21 janvier 2008 concernant le bilan de fonctionnement des sites miniers uranifères de la Creuse. En effet, ce site est localisé sur la commune de Peyrelavade en Corrèze.
- **La Clare**, qui correspond à de travaux de reconnaissance par petit chantier qu'AREVA NC a souhaité porter à connaissance de l'administration, du fait d'un effondrement de l'entrée d'un puits.

### **Partie 1 : Présentation des anciennes activités minières du département de la Corrèze**

La première partie du bilan de bilan de fonctionnement décrit de façon détaillée les activités exercées par les différents exploitants privés dans le secteur étudié. Elle les situe dans leur environnement géographique, géologique, climatique, hydrologique et hydrogéologique (chapitres 1, 2 et 3).

Compte tenu du contexte local, les auteurs du bilan se sont employés à mettre en évidence les éventuelles relations hydrauliques par groupes de sites après avoir rappelé, au préalable et pour chacun de ces groupes, la situation réglementaire des installations concernées (chapitre 4).

La première partie s'achève par une description détaillée des résidus et déchets d'exploitation (chapitre 5).

### **Partie 2 : Evaluation des impacts**

La deuxième partie analyse les impacts des activités minières uranifères corréziens dans le secteur étudié, tant en ce qui concerne la sécurité publique (chapitre 6) que la salubrité publique (chapitre 7). L'analyse des impacts prend en compte l'ensemble des risques liés aux exploitations minières et des risques d'exposition (eau, air, chaîne alimentaire). Elle se conclue par une évaluation de l'impact sanitaire au regard de la réglementation applicable en la matière (chapitre 8).

### **Partie 3 : Mesures prises pour réduire les impacts et à prendre pour en améliorer les connaissances**

Dans cette troisième partie du bilan de fonctionnement, sont présentées les mesures prises pour réduire les impacts des sites miniers uranifères sur l'environnement (chapitre 9). Dans un second temps, AREVA NC propose des actions correctives pour améliorer la connaissance du niveau de réaménagement des anciens sites miniers (chapitre 10).

#### **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 glossaire général, une liste des sigles et abréviations  
ainsi que des éléments concernant la radioactivité  
– placé en tête, p. 6, 8 et 9 – a été établi.

# 1. PRESENTATION GENERALE DES ACTIVITES MINIERES ET INDUSTRIELLES DU DEPARTEMENT DE LA CORREZE

## 1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le périmètre concerné par ce bilan de fonctionnement couvre l'ensemble des activités minières uranifères passées sur le territoire du département de la Corrèze.

Ces activités peuvent être regroupées en quatre grandes zones (plans n°1 et 2):

- la zone « Nord de la Corrèze » qui concerne les communes de PEYRELEVADE et MILLEVACHES.
- la zone « Ussel », située à l'Ouest de la Corrèze et comprenant les activités survenues sur la commune d'USSEL.
- le secteur « Centre-Est de la Corrèze » pour les activités survenues sur les communes de DAVIGNAC, EYGLETONS, DARNETS, LA CHAPELLE SPINASSE, EYREIN et SAINT-AUGUSTIN.
- le secteur « Sud-Est de la Corrèze » pour les activités minières ayant eu lieu sur les communes d'AURIAC, SAINT-JULIEN-AUX-BOIS et SAINT-PRIVAT

Le département de la Corrèze comporte 16 sites miniers uranifères. Il n'y a eu aucune activité de traitement du minerai d'uranium et aucun stockage de résidus de traitement.

## 1.2. HISTORIQUE [1]

Le département de la Corrèze a vu l'exploitation, de 1957 à 1994, d'un ensemble de gisements uranifères granitiques qui ont produit 1 417 tonnes d'uranium métal à partir de 532 165 tonnes de minerai d'une teneur moyenne de 2,66 ‰ (2,66 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 1970.

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 Creuse, la Corrèze et le Nord de la Haute Vienne, ont ainsi été, retirés du monopole du Commissariat à l'Energie Atomique (CEA).

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 Limousin. 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, issus pour la plupart des grands groupes, et leurs évolutions structurelles sont ainsi décrits :

*Groupe PECHINEY et TOTAL :*

- 1955 : Les Chambres de Commerce et de l'Industrie du Massif Central créent la Société Centrale de l'Uranium et des Minerais et Métaux Radioactifs (SCUMRA).
- 1957 : Créée en 1916, la Société des Charbonnage de Dong-Trieu prend le nom de Compagnie Minière et Métallurgique de l'Indochine (CMMI).
- 1973 : La CMMI passe sous le contrôle du groupe Schneider et devient la Compagnie Minière de Dong-Trieu (CMDT).
- 1974 : Pechiney-Ugine-Kuhlmann (PUK) procède à l'acquisition de la SCUMRA.
- 1976 : PUK et TOTAL mettent en commun, à parts égales, leurs moyens « uranium » disponibles et créent MINATOME SA.
- 1983 : TOTAL rachète les 50 % de PUK dans MINATOME SA et devient TOTAL Compagnie Minière (TCM). TOTAL se porte acquéreur de la CMDT.
- 1986 : Après la fusion de la SCUMRA et de la CMDT, est créée TOTAL Compagnie Minière France (TCMF).
- 1993 : TOTAL cède ses actifs uranium à COGEMA. La filiale Société des Mines de Jouac (SMJ) est créée.

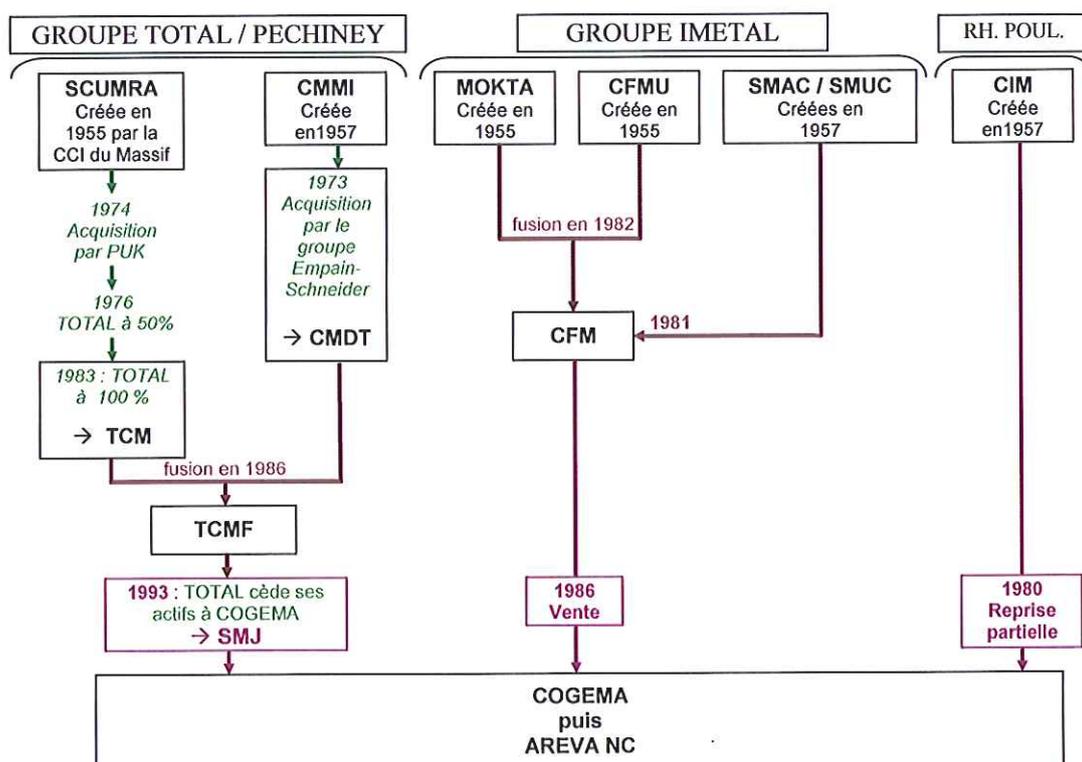
*Groupe IMETAL :*

- 1955 : Création par le CEA, le Nickel et Peñarroya, Pechiney, Kuhlmann, Huaran et Rotshild, de la Compagnie Française des Minerais d'Uranium (CFMU).  
Création de la Compagnie Française de Mokta (MOKTA), partenaire de la CFMU dans l'uranium.
- 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 : Le Nickel et Peñarroya s'unissent dans un holding IMETAL et absorbe MOKTA.
- 1981 : IMETAL transforme la CFMU en Compagnie Française de Mokta (CFM).
- 1986 : Vente de CFM à COGEMA.

*Groupe RHONE-POULENC :*

- 1957 : La Compagnie Industrielle et Minière (CIM – Rhône-Poulenc) met en place des équipes de prospection dans le Massif Central et obtient quelques résultats dans la région d'Egletons.
- 1980 : COGEMA a repris le portefeuille minier de la CIM.

Le schéma suivant synthétise les évolutions des différents acteurs privés de la prospection et exploitation de l'uranium dans le Limousin :



Pour la plupart, les petites sociétés privées ont disparu (CFMU, CFM, SCUMRA, MINATOME, CIM, ...) mais aussi les grandes comme Péchiney qui, après avoir absorbé UGINE puis KUHLMANN (PUK) a été avalée par le canadien ALCAN en 2003.

Ne subsistent que COGEMA, désormais filiale d'AREVA NC, et TOTAL (en tant qu'actionnaire de COGEMA).

Depuis 2005, le suivi environnemental des sites est assuré par le CESAAM (Centre d'Etude et de Suivi des Anciennes Activités Minières) situé à Bessines-sur-Gartempe (87).

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

Compagnies minières	Sites miniers
C.F.M.	Le Jaladis, Le Boucheron, La Besse
C.F.M.U.	Les Salles, La Brejade, Salamanière
C.I.M.	FE5NW, Le Jacquet, Le Châtaignier
S.M.J.	Le Longy, La Porte
S.C.U.M.R.A	Puits Marinié, Galerie des Biaurottes
P.S.G. (Péchiney Saint Gobain)	La Barrière, La Vedrenne, Le Peuch
S.M.A.C	La Clare

## 2. PRESENTATION GENERALE DE L'ENVIRONNEMENT DES SITES

### 2.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE [2] (plan n°3)

Les secteurs exploités de la Corrèze sont établis au sein des massifs cristallins localisés dans la partie ouest du département (annexe 5.1). Cette région comprend deux zones principales :

- les terrains métamorphiques constitués notamment par des gneiss et micaschistes,
- le complexe granitique du Plateau des Millevaches, localisé dans la partie centrale du département et s'étalant du Nord au Sud et incluant le massif granitique d'Ussel, localisé au Nord-Ouest.

Les principaux indices uranifères ont été mis en évidence au sein des terrains granitiques.

#### 2.1.1. Géologie des terrains uranifères

*Le complexe granitique du Plateau des Millevaches :*

Le complexe granitique s'étale du Nord au Sud avec la forme d'un V aigu, délimités par deux accidents tectoniques majeurs : à l'Ouest, la zone broyée d'Argentat et à l'Est, le Grand Sillon Houiller. La partie Nord du complexe est localisé dans le département de la Creuse et son contact avec le granite de Guéret est marqué par des micaschistes et des migmatites.

Le complexe du Plateau des Millevaches est constitué d'un ensemble de faciès granitiques avec, pour dominante, un granite à deux micas montrant des variantes au niveau de la texture (grain fin à gros, parfois porphyroïde), et plus localement un granite porphyroïde à biotite ou encore un granite à cordiérite. Ces faciès granitiques sont entrecoupés par de nombreux filons de lamprophyres, notamment dans le secteur sud du massif (Saint-Privat).

*Le massif granitique d'Ussel :*

Le massif granitique d'Ussel est localisé entre le Grand Sillon Houiller et la bordure orientale du plateau des Millevaches et s'allonge dans la direction NNW-SSE. Il est caractérisé par un granite à grain moyen et à biotite. Il est entrecoupé par des filons de lamprophyres et de microgranite.

Des cartes géologiques et structurales simplifiées sur fond IGN sont présentées en annexe 5, avec la localisation des zooms sur le plan n°3.

#### 2.1.2. Tectonique

Le complexe granitique du Plateau des Millevaches est séparé des terrains métamorphiques par, à l'Ouest, la zone broyée d'Argentat, orientée NNW-SSE, et à l'Est, le Grand Sillon Houiller, orienté NE-SW. De plus, de nombreuses failles consécutives à la mise en place des deux accidents tectoniques précédents et orientées selon les mêmes directions entrecoupent le massif des Millevaches.

### 2.1.3. Caractéristiques de la minéralisation

Les minéralisations uranifères au sein des massifs granitiques se présentent surtout sous la forme d'amas ou corps minéralisés qui se sont développés dans les zones situées le long ou à l'intersection d'accidents tectoniques. Elle est constituée, en majeure partie, de pechblende, de produits noirs et plus rarement d'autunite, de phosphates d'uranium.

La teneur des minerais extraits est comprise entre 1,1 ‰ et 6,55 ‰ pour une teneur moyenne de 2,66 ‰.

### 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 2008. 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 SPPγ)
Les Salles	Granite à biotite d'Ussel	80 – 90
Le Longy Le Boucheron - FE5NW Le Jacquet La Vedrenne Le Chataignier La Brejade	Granite porphyroïde orienté	90 – 110
La Barrière	Granite à grains fins	70 – 100
Le Peuch Salamanière	Leucogranite à grains fins	50 – 90
Le Jaladis La Porte Galerie des Biaurottes Puits Marinié La Besse La Clare	Leucogranite	80 – 100

## 2.2. ENVIRONNEMENTS PAYSAGERS ET DEMOGRAPHIQUES [4]

Le cadre régional est caractérisé par une différenciation progressive du paysage du Sud-Ouest vers le Nord-Est, conséquence de l'étagement du relief (voir figure 1).

Le Sud-Ouest du département de la Corrèze, ou Bas-Limousin, est marqué par des paysages légèrement vallonnés (altitude comprise entre 200 m et 400 m) entaillés par les vallées de la Vézère et de la Corrèze.

Le Centre du département (Plateaux Corrèziens) correspondent à des régions de bas-plateaux aux paysages plus vallonnés (altitude comprise entre 400 m et 600 m) dont la majorité des terrains est destinée aux cultures et à l'élevage bovin et ovin.

Le Nord-Est du département, correspondant au Plateau des Millevaches, est caractérisé par des paysages de plateaux (altitude supérieure à 600 m voire 800 m) entaillés par des cours d'eau comme la Diège ou la Luzège.

La majorité des terrains est destinée à l'élevage à dominante bovin et à l'exploitation forestière.

D'une manière générale, l'Ouest du département est le plus peuplé. Les zones ayant une densité supérieure à 46 habitants par km<sup>2</sup> correspondent aux grandes villes du département (secteurs de Brive-la-Gaillarde, Tulle et Ussel). Les secteurs moyennement peuplés sont les Plateaux Corrèziens et de Millevaches ayant des densités de population inférieures à 14 habitants par km<sup>2</sup>.

Globalement, la population du département de la Corrèze tend à augmenter depuis 1999 : elle comptait 237 271 habitants en 2005, 232 576 habitants en 1999, 237 908 habitants en 1990 et 241 448 habitants en 1982 (Source : INSEE – Statistiques Locales).

## 2.3. CONTEXTE CLIMATIQUE

L'ensemble des plateaux du Limousin jouit d'un régime océanique modulé par le relief (voir figure 1). Le Nord et l'Ouest de la région sont caractérisés par :

- une atténuation des extrêmes (coups de froid passagers et de faible durée),
- des précipitations étalées toute l'année avec des fluctuations saisonnières,
- une prédominance des pluies d'automne et d'hiver,
- des pluies rarement fortes, mais durables.

En revanche, le Sud et l'Est du Limousin (plateau des Millevaches) correspondent à un climat de moyenne montagne avec des précipitations beaucoup plus abondantes et des températures plus basses.

### 2.3.1. Pluviométrie [4]

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

Secteurs	Précipitations moyennes
Région de la Basse Marche (Nord de la Haute-Vienne et Nord de la Creuse)	< 1000 mm/an
Régions de la Marche et du Haut-Limousin (Sud Haute Vienne, Centre de la Creuse et Ouest de la Corrèze)	entre 900 et 1200 mm/an
Plateau des Millevaches (Sud de la Creuse et Est de la Corrèze)	> 1200 mm/an (> 1600 mm/an dans le secteur de Meymac)

### 2.3.2. Températures [4]

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

Secteurs	Températures moyennes
Région de la Basse Marche (Nord de la Haute-Vienne et Nord de la Creuse)	> 10°C
Régions de la Marche et du Haut-Limousin (Sud Haute Vienne, Centre de la Creuse et Ouest de la Corrèze)	entre 9 et 10°C
Plateau des Millevaches (Sud de la Creuse et Est de la Corrèze)	< 9°C

### 2.3.3. Vents

Les vents dominants du Limousin proviennent majoritairement du Sud-Ouest, du Nord et du Nord-Est et enfin du Sud-Est. De force en général plus faible de juin à octobre, ils sont plus forts de février à avril. Les moyennes recensées font état d'une vitesse des vents de  $3 \text{ m.s}^{-1}$  en moyenne annuelle. Les vents les plus violents ( $> 8 \text{ m.s}^{-1}$ ) soufflent en été ou en hiver, liés à des tempêtes ou des orages, et se produisent surtout dans la direction S-W.

## 2.4. CONTEXTE HYDROLOGIQUE

### 2.4.1. Bassins versants

Les gisements exploités sont répartis sur deux bassins versants principaux, à savoir ceux de La Dordogne et de La Corrèze (figure 2). :

- 2 sites sont localisés sur le bassin versant de La Diège, affluent rive droite de La Dordogne,
- 4 sites appartiennent au bassin versant de La Luzège, affluent rive droite de La Dordogne,
- 2 sites sont situés sur le bassin versant direct de la Dordogne, via le ruisseau de la Glane de Servières,
- 3 sites se trouvent sur le bassin versant du Doustre, affluent rive droite de La Dordogne,
- 4 sites appartiennent au bassin versant de la Maronne affluent rive gauche de La Dordogne,
- et 1 site est localisé sur le bassin versant de la Vimbelle, affluent rive droite de la Corrèze.

Le site de La Besse est situé sur une ligne de crête, appartient à la fois, au bassin versant de la Maronne et à celui du ruisseau de la Glane de Servières.

Le bassin versant de La Diège, d'une surface de  $508 \text{ km}^2$ , se situe dans la zone amont du bassin versant de La Dordogne. Deux tronçons sont concernés par les exploitations minières. En amont, il s'agit du tronçon localisé sur la commune de Sornac (1 site) et alimenté par le ruisseau de Malpouge et en aval, celui situé sur le territoire de la commune d'Ussel (1 site).

Concernant le bassin versant de La Luzège, d'une surface de  $402 \text{ km}^2$ , un seul tronçon est concerné par 4 sites miniers. Celui-ci traverse la commune de Lamazière-Basse et est alimenté par le ruisseau de La Soudeillette.

Le tronçon de La Dordogne concerné directement par les sites miniers (2) se trouve sur la commune de Servières-le-Château. Ce tronçon est alimenté par le ruisseau de la Glane de Servières.

Le bassin versant du Doustre, d'une surface de 257 km<sup>2</sup>, est également concerné par les exploitations minières. En amont, le tronçon situé sur les communes d'Egletons, Rosiers d'Egletons et La Chapelle Spinasse, concerne 2 sites miniers. Plus en aval, un deuxième tronçon situé sur la commune de Marsillac-La-Croisille est concerné par 1 site minier.

Le bassin versant de la Maronne, d'une surface de 821 km<sup>2</sup>, possède un tronçon concerné par 4 exploitations minières. Ce tronçon est situé sur la commune de Saint-Julien-aux-Bois et est alimenté par le Riou Tort.

Le bassin versant de la Vimbelle, affluent de la Corrèze, possède une surface de 147 km<sup>2</sup>. Le tronçon localisé sur la commune de Saint-Salvador est concerné par 1 site minier et est alimenté par le ruisseau de Douyge.

#### 2.4.2. Débit des cours d'eau [5]

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 La Diège, par une station :
  - Chaveroche, située en aval hydraulique du site de La Verdrenne et en amont hydraulique du site des Salles.
- pour la rivière La Luzège, par trois stations :
  - Maussac, localisée en amont des sites miniers,
  - Lamazière-Basse, située en aval de trois sites miniers (Le Boucheron-FE5NW, Le Jacquet, La Barrière)
  - Soursac, située en aval de trois sites miniers cités précédemment.
- pour la rivière Le Soudeillette, par une station :
  - Moustier-Ventadour, en aval de trois sites miniers Le Boucheron-FE5NW, Le Jacquet, La Barrière)
- pour la rivière La Maronne, par deux stations :
  - Pleaux, en amont hydraulique des exploitations minières,
  - Argentat, en aval hydraulique de quatre sites (La Besse, Le Jaladis, Galerie des Biaurottes, La Porte)
- pour la rivière La Dordogne, par quatre stations :
  - Bort-Les-Orgues, localisé en amont hydraulique des sites miniers,
  - Servièrès-le-Château, situé en aval hydraulique de cinq miniers et des confluences avec la Diège et La Luzège.
  - Argentat, situé en aval hydraulique de dix exploitations et en amont de la confluence avec la Maronne,
  - Monceaux-sur-Dordogne, localisé en aval hydraulique de tous les sites miniers.
- pour la rivière La Vimbelle, par une station :
  - Bar (Moulin du Bos), en aval hydraulique du site de La Brejade.

Les valeurs des paramètres caractéristiques des débits sont présentées dans le tableau ci-dessous [5]:

Bassin versant	Localisation	Surface du BV km <sup>2</sup>	Débits moyens m <sup>3</sup> /s	Débits d'étiage		Crues		Débits maxi. journaliers m <sup>3</sup> /s	Débits maxi. instantanés m <sup>3</sup> /s
				QMNA2 m <sup>3</sup> /s	QMNA5 m <sup>3</sup> /s	QIX biennal m <sup>3</sup> /s	QIX décennal m <sup>3</sup> /s		
Diège	Chaveroche	225	4,92	1,50	1,10	31,0	50,0	79,0	60,0*
La Soudeillette	Moustier-Ventadour	122	3,80	0,68	0,48	34,0	56,0	50,1*	56,4*
Luzège	Maussac	84,9	1,95	0,33	0,20	14,0	22,0	20,7*	21,1*
	Lamazière-Basse	252	6,53	1,00	0,62	55,0	92,0	105,0	99,4
	Soursac	402	9,90	1,70	1,00	/	/	140,0	/
Maronne	Pleaux	513	14,40	1,20	0,62	/	/	240,0	/
	Argentat	821	20,30	1,80	0,82	150,0	270,0	395,0	251,0*
Dordogne	Bort-les-Orgues	1010	24,20	5,00	3,30	/	/	407,0	/
	Servièrès-le-Château	4319	96,70	13,00	7,00	/	/	991,0	/
	Argentat	4420	107,00	18,00	9,20	640,0	1100,0	1650,0	1230,0
	Argentat (Croisy)	4400	106,00	18,00	9,40	630,0	1100,0	1650,0	1230,0
	Monceaux-sur-Dordogne	4530	116,00	18,00	11,00	/	/	1090,0*	/
Vimbelles	Bar (Moulin du Bos)	147	3,39	0,61	0,39	33,0	56,0	52,9*	57,2*

\* valeurs estimées (mesurée ou reconstituée) que la DIREN juge incertaine.

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 Corrèze, plusieurs des cours d'eau concernés par ce bilan de fonctionnement, possèdent des barrages hydroélectriques. Ces derniers sont présentés dans le tableau suivant :

Cours d'eau	Nom	Localisation	Capacité énergétique
La Dordogne	Barrage de Marèges	Marèges	146 MW
	Barrage de l'Aigle	Chalvignac (Cantal)	349 MW
	Barrage de Chastang	Servièrès-le-Château	283 MW
	Barrage d'Argentat	Argentat	48 MW
La Diège	Barrage des Chaumettes	Margerides	28 MW
La Luzège	Barrage de Luzège	Lapleau	inconnue
Le Doustre	Barrage de la Valette	Marcillac-la-Croisille	inconnue
La Maronne	Barrage d'Enchanet	Pleaux (Cantal)	32 MW
	Barrage du Gour Noir	Saint-Julien-aux-Bois	37 MW
	Barrage de Hautefage	Sexcles	25 MW

### *Alimentation en eau potable :*

Plusieurs captages d'alimentation en eau potable (AEP) (sources captées, prises d'eau dans les rivières, ...) ont été repérés à proximité des sites au cours de la visite de terrain en 2008.

Un positionnement de ces captages par rapport aux sites miniers uranifères creusois (amont ou aval hydraulique, emprise du champ captant, ...) sera réalisé en collaboration avec la DDASS de la Corrèze.

### *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 limousin 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 »).

Les activités touristiques qui s'y pratiquent sont les randonnées pédestres, équestres, VTT, ... De ce fait, le Plateau des Millevaches est très prisé. Compte tenu de l'importance du réseau hydrographique, de nombreuses activités de loisirs comme la pêche, le canoë-kayak ou encore la baignade s'y déroulent sur de nombreux cours d'eau comme la Dordogne, La Corrèze et son affluent la Vimbelle.

La capacité d'hébergement touristique du département de la Corrèze 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

Deux types d'aquifères peuvent être rencontrés :

- les aquifères superficiels, 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,
- les aquifères profonds, 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.

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.

### 3. L'EXPLOITATION MINIÈRE ET LE TRAITEMENT DES MINÉRAIS

#### 3.1. LES MÉTHODES D'EXPLOITATION

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

##### 3.1.1. 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, consistant principalement à étudier les indices mis en évidence par la prospection de surface et le cas échéant à en extraire les minéralisations.
- les travaux de reconnaissance par petits chantiers, consistant à creuser un puits de faible profondeur (10 à 15 m), accompagné, ou non, d'une galerie de longueur souvent inférieure à une vingtaine de mètres.

##### 3.1.2. Exploitation à ciel ouvert

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

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

- l'exploitation en rétro avec petit godet
- l'exploitation sur la surface totale du projet par gradins de 5 à 15 mètres de hauteur, avec des largeurs de banquette de 3 à 5 m entre les gradins,

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

##### 3.1.3. Exploitation souterraine

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

- soit d'un puits vertical (de 15 m à 75 m de profondeur) et de niveaux de galeries horizontales tous les 10 à 20 mètres,
- soit d'une galerie inclinée d'accès (descenderie) et d'un unique niveau de galerie horizontale,
- soit d'une entrée à flanc de coteau correspondant à l'entrée d'un travers-banc.

Le creusement de ces galeries, qui permettaient l'accès aux chantiers, se faisait sur une section de 4 à 16 m<sup>2</sup>.

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

Les exploitations souterraines ont été pour la plupart réalisées avant 1970. Elles ont été majoritairement conduites par tranches montantes sur remblai de tout venant, après abattage sélectif du minerai (soutiré à la base de cheminées) dans un premier temps et des parements stériles pour constitution du remblai à la sole, dans un second temps. Par foisonnement, il ne subsiste que très peu de vides résiduels.

Cette méthode a localement été combinée avec quelques extensions d'exploitations par chambre charpentée.

Pour des minéralisations proches de la surface, la méthode par chambre magasin avec abattage en masse, soutirage du chantier et remblayage intégral (par le fond ou le jour) a été réalisée.

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...

### 3.2. LE TRAITEMENT DU MINERAI

Les activités minières de la Corrèze se sont déroulées de 1957 à 1994, par conséquent les expéditions de minerai ont été réalisées vers deux usines de traitement dynamique en fonction de la période d'exploitation et de l'emplacement géographique de chacun des sites :

- l'usine SIMO de Bessines-sur-Gartempe (Haute-Vienne),
- l'usine SCUMRA de Saint-Pierre-du-Cantal (Cantal).

Sur le département de la Corrèze, il n'y a pas de traitement statique du minerai : ce procédé ne sera donc pas décrit ci-après.

En outre, une faible quantité de minerai (quelques tonnes) du site de la Besse a été expédiée, vers l'usine de l'Ecarpière en Vendée pour réaliser les premiers essais de traitement.

Le tableau suivant résume les envois de minerai pour chaque site :

Lieu d'expédition	Sites miniers	Période
Bessines-sur-Gartempe	Le Jaladis	1978 - 1982
	La Besse	1960 - 1994
	Galerie des Biaurottes	1979
	Le Châtaignier	1978 - 1982
	La Vedrenne	1959 - 1960
	Le Boucheron – FE5NW	1979 - 1981 puis 1987 - 1989
	Le Jacquet	1961 - 1981
	Puits Marinié	1959 - 1960
	La Bréjade	1958 - 1963
	La Clare	1964
	La Barrière	1959 - 1960
Saint Pierre du Cantal	La Porte	1982 - 1984
	Le Longy	1981 - 1983
	Galerie des Biaurottes	1979
CEA (Le Bouchet ?)	Le Peuch	1964

Sur les sites des Salles et Salamanière, il n'y a pas eu de minerai extrait.

## Principe de fonctionnement du traitement dynamique

Le procédé de traitement dynamique décrit ci-dessous concerne l'usine SIMO de Bessines-sur-Gartempe, principale usine réceptrice des minerais corréziens. Il 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 (figure 3) :

### *Préparation des minerais :*

Après concassage et criblage, l'usine était alimentée en un minerai de granulométrie inférieure ou égale à 50 mm et en pulpe de débouillage contenant des particules inférieures à 0,5 mm (500  $\mu\text{m}$ ).

### *Concassage tertiaire et broyage :*

L'usine comportait trois lignes de broyage humide où les minerais étaient réduits successivement à 20 mm (concasseur giratoire), 2 mm (broyeur à barre), 400  $\mu\text{m}$  (broyeur à boulets). La sous-verse des épaisseurs, la pulpe sortant du broyeur à boulets et les pulpes de débouillage étaient mélangées puis homogénéisées dans une cuve.

### *Attaque par acide sulfurique :*

L'usine comportait quatre lignes d'attaque acide à chaud (60°C). Pour obtenir une densité de pulpe suffisante, les pulpes étaient essorées par filtration et l'eau d'essorage recyclée au broyage. Les minerais essorés étaient repulpés au moyen de liqueurs provenant de la première infiltration après attaque dans une cuve fortement agitée.

### *Séparation solide/liquide :*

L'usine disposait de neuf filtres à bande. La pulpe était floculée avant d'être distribuée sur les filtres, et le gâteau était lavé à l'eau neutre. Les filtrats obtenus étaient envoyés pour préclarification dans un décanteur. Après décantation, les liqueurs étaient filtrées avant d'être traitées par un solvant organique. La phase solide issue de cette opération constituait le résidu de traitement.

### *Traitement par solvant :*

L'installation comprenait deux unités d'extraction en mélangeurs – décanteurs, une colonne pulsée d'extraction et une unité de ré-extraction en mélangeurs – décanteurs. Le solvant utilisé était composé de kérosène pour 93 % environ, d'une amine tertiaire et d'alcool tridécylique. Sa teneur chargée en uranium était de l'ordre de 5 g.l<sup>-1</sup>. La ré-extraction se faisait à contre courant par une solution de sulfate d'ammonium. La teneur en uranium de la solution en fin de chaîne était d'environ 20 g.l<sup>-1</sup>.

### *Elaboration du concentré :*

La solution de ré-extraction était neutralisée à chaud jusqu'à pH 8 au moyen d'ammoniac. Le diuranate d'ammonium précipité était décanté, filtré, lavé et séché. L'effluent était traité à la chaux et l'ammoniaque récupéré et recyclé à la précipitation. Après stockage dans une trémie, le diuranate d'ammonium (« yellow cake ») était chargé dans des conteneurs de 1 m<sup>3</sup>, puis expédié à l'usine de conversion COMURHEX MALVESI près de NARBONNE (Aude).

#### *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. Le liquide clarifié était réutilisé dans l'usine, le reste était traité par du chlorure de baryum avant rejet dans le milieu naturel.

#### *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 (Haute-Vienne et Saône-et-Loire) et la confection de digues. Les produits fins étaient stockés par lagune derrière une digue (Lavaugrasse (87), Saint-Pierre-du-Cantal (15), Jouac (87)), ou dans des mines à ciel ouvert (Brugeaud, Montmassacrot, Bellezane (87)).

## 4. PRESENTATION DES SITES MINIERES

### 4.1. GENERALITES

Les activités minières uranifères du département de La Corrèze comprennent 16 sites d'importance inégale. Les petits sites correspondent à des travaux de recherche, constitués par une tranchée ou un tronçon de galerie de quelques dizaines de mètres de long et pouvant être exploitée en quelques semaines. Les sites plus importants, sont constitués par des mines à ciel ouvert d'environ 200 m de diamètre, dont une partie du gisement a été, éventuellement, par la suite exploité en travaux souterrains.

L'emprise des terrains concernés par les sites miniers de La Corrèze représente une surface totale d'environ 71 ha (plus de 800 ha pour la Division Minière de la Crouzille). Ces sites miniers, principalement répartis dans le secteur Est du département, 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 Longy	Concession de Puy Curade
Les Salles	Permis de recherche d'Ussel
Le Boucheron – FE5NW	Concession du Boucheron
Le Jacquet	Permis d'exploitation du Boucheron
La Barrière	Permis d'exploitation de la Barrière
La Vedrenne	Permis d'exploitation de la Vedrenne Sud
Le Châtaignier	Permis d'exploitation de la Chapelle Spinasse
La Besse	Concession de la Besse
Puits Marinié	Permis d'exploitation d'Escoussac
Le Jaladis	Concession du Jaladis
Galerie des Biaurottes	Concession du Jaladis
La Porte	Concession de la Porte
La Bréjade	Permis d'exploitation de la Bréjade <i>(actuellement concession de Beaumont)</i>
Le Peuch	Permis de recherche du Peuch d'Eyrein
La Clare	<i>inconnu</i>
Salamanière	Permis de recherche de Neuvielle

Quatre concessions sont encore valides sur le territoire du département de la Corrèze :

- **Concession de Puy Curade** : octroi par décret du 29/08/1988 au profit de TCMF, puis mutée par procès verbal le 12/10/1993 au profit de la SMJ – Echéance : le 03/09/2013. D'une superficie de 1,85 km<sup>2</sup>, elle couvre une partie des communes de Sornac, Millevaches, Saint-Setiers et Saint-Sulpice-les-Bois.
- **Concession du Boucheron** : octroi par décret du 29/07/1988 au profit de la CFM – Echéance : le 14/08/2013. D'une superficie de 7 km<sup>2</sup>, elle couvre une partie de la commune de Davignac.
- **Concession de Beaumont** : octroi par décret du 06/05/1985 au profit de la COGEMA, mutée le 17/04/1989 au profit de la CFM – Echéance : le 17/05/2010. D'une superficie de 49 km<sup>2</sup>, elle couvre une partie des communes de Chaumeil, Saint-Augustin, Beaumont, Meyrignac-l'Eglise et Corrèze.
- **Concession de La Porte** : octroi par décret du 01/02/1996 au profit de la SMJ – Echéance : le 07/02/2021. D'une superficie de 2,2 km<sup>2</sup>, elle couvre une partie de la commune de Saint-Julien-aux-Bois.

Afin d'établir ce bilan de fonctionnement des sites miniers corréziens, le système de documents établi pour le Bilan Décennal Environnemental des sites de l'ancienne Division Minière de la Crozille a été repris. Ont été définis préalablement aux travaux :

*La notion de chantier :*

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

*La notion de site minier :*

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

Le détail de la production (minerai et pseudo minerai, stériles) est présenté sur la figure 4.

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 325 à 340.

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.

*Remarque :* Dans le cadre du présent bilan de fonctionnement, aucune Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) n'est présente sur le territoire de la Corrèze.

Des planches photographiques historiques, ou prises au cours des visites effectuées au printemps 2008, 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 dont l'emprise est illustrée sur le plan n°3, 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.

## 4.2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

### 4.2.1. Titres miniers

Les travaux et installations d'extraction de minerais d'uranium relèvent du Code Minier.

Le Code Minier a pour but de permettre l'extraction de substances minérales stratégiques renfermées dans le sous-sol, sans qu'il soit nécessaire d'obtenir l'accord du propriétaire du sol.

Une mine se définit comme un gîte reconnu pour contenir une substance concessible, indépendamment de la méthode d'extraction ; ainsi, il existe des mines souterraines et des mines à ciel ouvert.

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

- obtention d'un titre minier : permis exclusif de recherches, permis d'exploitation (à durée limitée) ou concession (à durée illimitée), octroyés par décret en Conseil d'Etat après enquête publique ou par arrêté du ministre chargé des mines,
- obtention d'une autorisation préfectorale d'ouverture de travaux, qui en détermine les conditions techniques avant leur entreprise.

Toutefois, depuis la loi n° 77-620 du 16 juin 1977, la durée d'une concession a été limitée à cinquante ans, avec possibilité de prolongations successives, chacune d'une durée inférieure ou égale à vingt-cinq ans. L'article 7 de la loi n° 94-588 du 15 juillet 1994 (codifié aux alinéas III et IV de l'article 29 du Code Minier) précise que les concessions qui ont été octroyées avant 1977 et dont la durée était illimitée, expireront le 31 décembre 2018.

Les ouvertures des travaux miniers du département de la Corrèze ont été autorisées conformément à la législation minière :

- par courrier de l'Ingénieur des Mines pour les sites exploités, à l'intérieur d'une concession minière, avant la loi n°70-1 du 2 janvier 1970 qui a mis fin au principe de la libre ouverture des carrières,
- par arrêtés préfectoraux par la suite,

et soumises à une surveillance administrative spécifique pendant l'exécution des travaux.

## 4.2.2. Réglementations européennes et nationales

La réglementation dans les domaines de la santé et de l'environnement provient la plupart du temps de la transcription en droit français des directives européennes, notamment en ce qui concerne la radioprotection. Elle s'appuie essentiellement sur deux codes qui rassemblent les principaux textes de lois applicables à ces problématiques, à savoir :

- le Code de la Santé Publique,
- le Code de l'Environnement qui définit notamment les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) et leurs modalités de surveillance.

Pour ce qui est des activités particulières aux mines, elles sont régies par le Code Minier complété par le Règlement Général des Industries Extractives (Décret n°80-331 du 7 Mai 1980 modifié).

Dans le cas particulier des sites miniers réaménagés, il faut appréhender de manière différente les sites sur lesquels sont stockés des résidus de traitement de minerais d'uranium (sites localisés en Creuse et en Haute-Vienne pour le Limousin) et les sites miniers classiques. En effet, les premiers sont des Installations Classées alors que les seconds relèvent de la Police des Mines.

### Réglementation afférente aux sites de stockage de résidus de traitement

La Loi n°76-663 du 19 Juillet 1976, codifiée au Titre 1<sup>er</sup> du Livre V (Articles L.511-1 à L.517-2) du Code de l'Environnement, définit et régit les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement. Au sens de cette loi, 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* ».

Sont soumises à autorisation préfectorale les installations qui présentent de graves dangers ou inconvénients pour les intérêts précédemment énumérés ; sont soumises à déclaration les installations qui, 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.

Les sites de stockage des résidus de traitement sont classés à la rubrique 1735 de la nomenclature des ICPE « *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* ») qui, aux termes de l'article 44 du décret du 21 septembre 1977, est constituée par la nomenclature résultant du décret du 20 mai 1953 modifié.

**Aucun site de stockage de résidus de traitement du minerai n'est présent sur le territoire du département de la Corrèze.**

### Réglementation applicable aux sites miniers

Dès que l'autorisation d'ouvrir les travaux est accordée, la police spéciale des mines s'applique. La surveillance administrative est exercée par le Préfet sur l'ensemble des travaux et installations situés dans son département.

Lors de l'arrêt de l'exploitation, pour des raisons économiques ou d'épuisement des réserves, l'exploitant adresse au Préfet une déclaration d'arrêt définitif des travaux miniers et d'utilisation des installations de surface qui y sont liées.

Cette déclaration doit satisfaire aux dispositions des Articles 91 et 93 du Code Minier et de l'Article 44 du Décret du 9 mars 1995 modifié.

**L'article 91 du Code Minier** précise que « *les déclarations prévues par la procédure d'arrêt des travaux miniers* » (qui fusionne les deux anciennes procédures de délaissement des travaux et d'abandon des travaux) « *doivent être faites au plus tard au terme de la validité du titre 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 79 [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.* »

Parmi les intérêts mentionnés à l'article 79 du Code Minier on trouve notamment :

- la sécurité et la santé du personnel
- la sécurité et la salubrité publiques
- les caractéristiques essentielles du milieu environnant, terrestre ou maritime
- les intérêts énumérés par les dispositions de l'article 1er de la Loi n°76-629 du 10 Juillet 1976 relative à la protection de la nature
- les intérêts énumérés par les dispositions de l'article 2 de la Loi n°92-3 du 3 Janvier 1992 sur l'eau (Code de l'Environnement : Article L.211-1)
- les intérêts agricoles des sites et des lieux affectés par les travaux et par les installations afférents à l'exploitation.

L'article 1<sup>er</sup> de la Loi n°76-629 du 10 Juillet 1976 relative à la protection de la nature suscite précise que « *la protection des espaces naturels et des paysages, la préservation des espèces animales et végétales, le maintien des équilibres biologiques auxquels ils participent et la protection des ressources naturelles contre toutes les causes de dégradation qui les menacent sont d'intérêt général* ».

L'article L.211-1 du Code de l'Environnement reprenant l'article 2 de la Loi n°92-3 du 3 Janvier 1992 sur l'eau suscite 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...).

*« 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 le donné acte de l'administration. ».* (Article 91 alinéa III du Code Minier)

La nature des « *risques importants* » évoqués ici est précisée dans l'**article 93 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.

**L'Article 44 du Décret n°95-696 du 9 mai 1995 modifié 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 : préservation des intérêts mentionnés à l'Article 79, liste des désordres et nuisances de toute nature engendrés et susceptibles de se manifester du fait de l'activité minière. Il comprendra aussi les travaux à exécuter pour la fermeture des travaux, les ouvrages de traitement des eaux, les dispositifs de surveillance à maintenir,
- bilan sur les eaux : réseau de surface et nappes avant exploitation, avant arrêt des travaux et étude prospective sur la modification du régime des eaux,
- détermination des éventuels risques importants (au sens de l'Article 93) 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 donné acte ».

Lorsque toutes les conditions et mesures ont été respectées par l'exploitant, un procès verbal de récolement est réalisé par la DRIRE, chargée de la Police des Mines, et le Préfet prend un « deuxième donné acte » constatant la bonne réalisation des mesures. Ces formalités mettent fin à l'exercice de la Police des Mines (article 91 du code minier).

Toutefois des mesures peuvent encore être prescrites après ce donné acte lorsque des événements imputables aux anciens travaux miniers compromettent les intérêts mentionnés à l'Article 79 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.

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) sur lequel s'appuient actuellement les Arrêtés Préfectoraux prescrivant la surveillance radiologique des sites miniers réaménagés de la Corrèze.

## Réglementation concernant la radioprotection

Les textes fondamentaux en matière de radioprotection sont les articles L.1333-1 à 20 et R.43-1 à 49 du Code de la Santé Publique ainsi que le Décret n°66-450 relatif aux principes généraux de protection contre les rayonnements ionisants, modifié par le Décret n°88-521 du 18 avril 1988, puis abrogé par le Décret n°2002-460 du 4 avril 2002 relatif à la protection générale des personnes contre les rayonnements ionisants. Ce dernier, transcription 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.

Ce décret 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* » (Article L.1333-1, Articles L 1333-20 et R 1333 -1 à R1333 -93 du Code de la Santé Publique).

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

### 4.2.3. Arrêtés préfectoraux

Les réglementations édictées au niveau européen ou national sont ensuite appliquées à l'échelle locale par l'intermédiaire d'arrêtés préfectoraux.

Ces arrêtés préfectoraux peuvent varier en fonction de la nature du site concerné (site avec ou sans résidus de traitement). Cependant, ils possèdent de nombreux points communs, notamment concernant les mesures prescrites en matière de contrôle des rejets et de surveillance de l'environnement.

Comme indiqué au paragraphe précédent, les arrêtés préfectoraux s'appliquant actuellement aux sites de la Corrèze 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 Règlement Général des Industries Extractives (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.* »

Cette disposition renforce et complète celles prévues par le Code Minier quant aux procédures d'arrêt des travaux. Elle a donc présidé, semble-t-il, à la définition de la méthode retenue par les exploitants privés pour le réaménagement des anciennes mines.

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 :

- 3 700 Bq/m<sup>3</sup> pour le radium 226 insoluble,
- 1 800 mg/m<sup>3</sup> pour l'uranium 238 soluble,
- pour le radium 226 soluble :
  - 370 Bq/m<sup>3</sup> si l'eau doit être traitée, c'est-à-dire si l'eau brute a une concentration en radium 226 soluble supérieure à 740 Bq/m<sup>3</sup>,
  - 740 Bq/m<sup>3</sup> si la concentration en radium 226 soluble de l'eau brute est inférieure à 740 Bq/m<sup>3</sup> et si la dilution du rejet par le cours d'eau récepteur est supérieure à 5.

#### 4.2.4. Situation réglementaire des sites et installations arrêtées

Avant mai 1980, les travaux d'exploitation et de recherche étaient réalisés dans le cadre d'un permis exclusif de recherche et/ou d'exploitation. La poursuite de ces travaux et par conséquent la prolongation du permis étaient maintenues ou non en fonction d'une note justificative de l'Ingénieur des Mines. Cette note prenait en compte notamment les derniers résultats obtenus par l'exploitant, l'économie du marché de l'uranium... Le non-renouvellement du permis impliquait ainsi l'arrêt des travaux miniers. La conformité du réaménagement était systématiquement contrôlée une visite sur site de l'Ingénieur des Mines mais ne donnait pas lieu à un courrier de type compte-rendu de visite.

Site	Nature des travaux	Période d'exploitation
Les Salles	TMS	1962
Le Jacquet	MCO + TMS	1961 - 1981
La Barrière	TMS	1959 - 1960
La Vedrenne	TMS	1959 - 1961
Puits Marinié	TRPC	1959 - 1960
Galerie des Biaurottes	TRPC	1979
La Bréjade	TMS	1958 - 1963
Le Peuch	TMS	1964
Salamanière	sondages	1980
La Clare	TRPC	1957

A partir de mai 1980, les procédures de délaissement, d'abandon ont été mise en place. Puis, la réglementation a évolué en mai 1995, définissant ainsi la procédure d'arrêt définitif des travaux. La situation administrative, au regard des procédures d'arrêt des travaux miniers ou des cessations d'activités industrielles, est résumée dans le tableau suivant :

SITE	NATURE DES TRAVAUX	PERIODE D'EXPLOITATION	NATURE DU DOSSIER	DONNER ACTE date de l'AP ou du courrier DRIRE	AP (a) Arrêt des contrôles (c) Arrêté complémentaire
Le Longy	MCO	1981 - 1983	Arrêt définitif	16/06/1999	/
Le Boucheron – FE5NW	MCO	1979 - 1989	Abandon	29/09/1989	/
Le Châtaignier	MCO	1978 - 1982	Abandon	05/05/1982	/
La Besse	MCO + TMS	1960 - 1994	Arrêt définitif	02/04/1997	05/07/1999 (a)
Le Jaladis	MCO	1978 - 1982	Arrêt définitif	02/04/1997	05/07/1999 (a)
La Porte	MCO	1982 - 1984	Arrêt définitif	01/02/2000	/

### 4.3. 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 sur le milieu aquatique peuvent avoir de multiples origines :

- Eaux de surverse gravitaire après noyage de mines à ciel ouvert ou des travaux miniers souterrains. Leurs points d'exutoire peuvent être créés par :
  - la surverse du plan d'eau constituée par une mine à ciel ouvert isolée (Le Jaladis)
  - une émergence au niveau d'un ouvrage de liaison fond-jour de type puits, entrée de descendrière ou de travers-banc situé au point bas topographique du site (Le Jacquet, Galerie des Biaurottes).
- Eaux de ruissellement avec un point de rejet identifié. Ces eaux peuvent éventuellement s'infiltrer dans les remblais stériles et réapparaître sous forme de sources de pied de verses. Leur débit est intermittent. (La Bréjade, Le Jacquet, Le Longy).
- Eaux de ruissellement ou écoulements souterrains avec points de rejets non identifiés. Leur impact est jugé potentiel. (La Vedrenne, Le Peuch, Le Châtaignier, Le Boucheron-FE5NW, La Barrière, Les Salles, La Porte, La Besse, La Clare, Puits Marinié).

En raison de plusieurs sources potentielles d'impact sur le milieu aquatique récepteur, un même site peut concerner simultanément deux bassins versants voisins (site de La Besse : écoulements potentiels vers les bassins versants de la Dordogne (via la Glane de Servières) et de La Maronne – cf. figure 2).

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

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

Sites	Type d'écoulement	Plans d'eau en aval des sites	Cours d'eau secondaires				Cours d'eau principaux
Le Longy	Identifié	Aucun	Ruisseau du Longy		Ruisseau de Malpouge	La Diège <i>puis La Dordogne</i>	
		Pisciculture La Grange	/				
Les Salles	Potentiel	Aucun	Talweg de La Platane				
Le Boucheron – FE5NW	Potentiel	Aucun	/				La Luzège <i>puis La Dordogne</i>
Le Jacquet	Potentiel	Aucun	/				
La Barrière	Potentiel	Aucun	/				
		Aucun	Talweg de la Chave Combe				
La Besse	Potentiel	Aucun	Ruisseau du Pré Bos	Ruisseau de la Glane de Servières		La Dordogne	
		Plan d'eau de la Glane					
		Lac de Feyt					
		Etang du Moulin de Sudour	Ruisseau de la Rochette	Ruisseau Le Riou Tort			
		Plan d'eau de la Besse					
Bassin du Moulin de Jaladis	Lac de Feyt	/		Ruisseau de la Glane de Servières			
Etang du Moulin de Sudour							
Puits Marinié	Potentiel	Etang du Moulin de Sudour	/		La Dordogne		
La Vedrenne	Potentiel	Plans d'eau de Puy Nachet	Ruisseau du Rabinel				Le Doustre <i>puis La Dordogne</i>
Le Châtaignier	Potentiel	Plans d'eau de Puy Nachet	Ruisseau de Barras				
Le Peuch	Potentiel	Plans d'eau de Puy Nachet	Ruisseau de l'Etang de Bourre				
La Clare	Potentiel	Bassin du Moulin de Jaladis	Ruisseau de Clamensac	Ruisseau de la Rochette	Ruisseau Le Riou Tort		La Maronne <i>puis La Dordogne</i>
Le Jaladis	Identifié	Bassin du Moulin de Jaladis	Ruisseau de la Rochette		Ruisseau Le Riou Tort		
	Potentiel		Ruisseau Le Riou Tort				
Galerie des Biaurottes	Potentiel	Aucun	Ruisseau Le Riou Tort				
La Porte	Potentiel	Aucun	Ruisseau Le Riou Tort				
La Bréjade	Potentiel	Plan d'eau des Ribières Sauvages	Talweg		Ruisseau de Douyge		La Vimbelle <i>puis la Corrèze</i>
		Plan d'eau de la Chapelle de Bort					
Salamanière	Potentiel	Aucun	R. de Salamanière	R. de Neuvielle	R. du Moulin du Rat	R. de la Chandouille	La Vienne

#### 4.4. PRESENTATION DES SITES

Afin d'améliorer les connaissances et d'effectuer un état des lieux, une visite des sites accompagnée d'une campagne de prélèvements a été organisée au printemps 2008. Pour des informations plus détaillées, il convient de se reporter aux fiches de sites, chantiers et ICPE en annexe 1.

##### 4.4.1. Bassin versant de La Diège

- Site du Longy (fiche 325, annexes 2.1 – 3.1 – 4.1 et 5.2)

Le site du Longy se trouve à 1,6 km au Nord-Est de Millevaches. Le paysage environnant est vallonné et constitué de bois, prairies et landes.

Les travaux miniers ont consisté en l'exploitation d'une mine à ciel ouvert de 1981 à 1983. L'ancienne fosse a été laissée en eau. La verse à stériles, y compris le marginal (environ 300 ppmU) qui a été préalablement recouvert par du stérile, a été remodelée en pente douce puis ensemencée.

Le bief du Longy, alimentant une fontaine au niveau du village du Longy, a été reconstitué, de même que le ruisseau de la Petite Rebière, passant par une canalisation enterrée sous la verse à stériles.

Une clôture barbelée entoure le site et un périmètre de sécurité immédiat (clôture grillagée) avait été mis en place avec pose de panneaux « Danger excavation ».

Aucune surverse du plan d'eau constitué par la mine à ciel ouvert n'a été aménagée sur le site : les eaux s'infiltrent dans la verse à stériles, par la partie remblayée (ancien accès à la fosse) compte tenu de la topographie du site. Les eaux de ruissellement de la verse à stériles s'écoulent en suivant la topographie du site (vers l'Ouest) dans le ruisseau de la Petite Rebière, affluent du ruisseau de Malpouge, lui-même affluent de la Diège.

Un plan compteur du site après réaménagement, à maille 10 × 10 m, a été réalisé en 1997 et des mesures au SPP $\gamma$  ont été effectuées en bordure du site (accès très limité dû à l'abondance de la végétation) au cours de la visite d'état des lieux au printemps 2008. Le bruit de fond est de l'ordre de 100 chocs/s. Les mesures effectuées sur site sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Zone de mesures	Ordre de grandeur des valeurs mesurées au SPP2
Carreau (ancienne piste d'accès à la fosse) et autour de la MCO	entre 140 et 450 chocs/s <i>Quelques mesures à 750 chocs/s à l'Ouest de la MCO en bordure du chemin</i>
Verse à stériles	entre 200 et 500 chocs/s <i>Quelques mesures pouvant atteindre 800 à 1000 chocs/s</i>

- *Site des Salles (fiche 326, annexes 2.2 – 3.2 – 4.2 et 5.3)*

Le site des Salles se trouve à 700 m au Sud-Ouest d'Ussel. Il est situé, à flanc de coteau, à quelques dizaines de mètres des habitations du lieu-dit Les Salles. Le paysage environnant est légèrement vallonné et constitué de champs et de bois.

Les travaux miniers ont consisté en l'exploitation d'un puits et d'une galerie d'environ 65 m de longueur, accompagné d'un montage. Les travaux ont été remblayés à la fin du chantier.

Aucun écoulement n'a été repéré en contrebas du site, en bordure de la route reliant le hameau des Plaines Saint-Pierre à Ussel. Plus en contrebas du site, une zone humide est présente et un talweg (au niveau du lieu-dit Les Platanes) y prend sa source.

Des mesures au SPP $\gamma$  ont été effectuées au cours de la visite d'état des lieux au printemps 2008. Le bruit de fond est compris entre 80 et 90 chocs/s. Les valeurs mesurées sur le site sont comprises entre 100 et 250 chocs/s.

#### 4.4.2. Bassin versant de La Luzège

- *Site du Boucheron – FE5NW (fiche 327, annexes 2.3 – 3.3 – 4.3 et 5.4)*

Le site du Boucheron – FE5NW se trouve à 1,4 km au Nord de Davignac, en rive droite du ruisseau de la Soudeillette, situé à une cinquantaine de mètres en contrebas du site. Le paysage environnant présente un relief accentué avec des fonds de vallée plus marqués et est constitué de champs et de bois.

Les travaux miniers ont eu lieu en deux temps. De 1979 à 1981, le gisement « FE5NW » a été exploité dans sa totalité par mine à ciel ouvert. Pendant la même période, l'exploitation de la MCO du « Boucheron » a débuté à environ 150 m au Sud-Est de la fosse précédente. L'exploitation de cette dernière a été arrêtée en 1981 pour raisons économiques, puis fut reprise de 1987 à 1989.

A l'arrêt de l'exploitation minière uranifère, la MCO du Boucheron a été laissée en eau et la fosse « FE5NW » a été intégralement remblayée. Le site appartient actuellement à un carrier qui en exploite les stériles (AP d'autorisation du 06/10/1989). Les anciens bassins de décantation ont été curés, puis conservés par le carrier. Ils sont aujourd'hui envahis par la végétation.

Des mesures au SPPy ont été effectuées au cours de la visite d'état des lieux au printemps 2008. Le bruit de fond est compris entre 90 et 100 chocs/s. Les valeurs mesurées sur le site sont comprises entre 200 et 380 chocs/s.

- *Site du Jacquet (fiche 328, annexes 2.4 – 3.3 – 4.4 et 5.3)*

Le site du Jacquet se trouve à 650 m au Nord de Davignac, en rive droite du ruisseau de La Soudeillette, situé une centaine de mètres en contrebas du site. Le paysage environnant présente un relief accentué avec des fonds de vallée plus marqués et est constitué de champs et de bois.

Les travaux miniers ont consisté en l'exploitation d'un travers-banc d'environ 250 m de longueur et d'une mine à ciel ouvert à flanc de coteau, de 1961 à 1981, avec plusieurs périodes d'interruption. L'entrée du travers-banc et la mine à ciel ouvert ont été remblayées. La zone située au dessus de l'entrée du travers-banc s'est tassée sur une vingtaine de mètres.

Des écoulements ont été repérés au niveau de l'entrée du travers-banc, qui drainerait notamment les eaux des terrains correspondant à l'ancienne MCO située en amont hydraulique.

Des mesures au SPPy ont été effectuées au cours de la visite d'état des lieux au printemps 2008. Le bruit de fond est compris entre 90 et 110 chocs/s. Les valeurs mesurées sur l'ancien carreau constitué par des stériles au niveau de l'entrée du travers-banc varient de 240 et 700 chocs/s (Un point présente des valeurs de l'ordre de 2250 chocs/s). Les valeurs mesurées à l'emplacement de l'ancienne MCO sont comprises entre 180 et 400 chocs/s.

- *Site de La Barrière (fiche 329, annexes 2.5 – 3.4 – 4.5 et 5.2)*

Le site de La Barrière se trouve à 1,5 km au Nord-Ouest de Darnets, au sommet d'une colline en contrebas de laquelle, à environ 500 m à l'Ouest, coule le ruisseau de la Soudeillette. Le paysage environnant est vallonné et constitué de prairies destinées à l'élevage et de bois.

Les activités du site ont consisté en l'exploitation de petits travaux miniers souterrains à partir d'un puits et d'un montage donnant accès à environ 140 m de galeries, de 1959 à 1960. A la fermeture du site, les ouvrages fond-jour ont été remblayés. Aujourd'hui, l'emplacement du puits n'est plus visible, et les matériaux de remblayage du montage ont tassés sur 10 à 20 cm de profondeur. Les bâtiments des anciens ateliers sont toujours présents sur le site.

Aucun écoulement n'a été repéré sur ou à proximité immédiate du site.

Des mesures au SPP $\gamma$  ont été effectuées au cours de la visite d'état des lieux au printemps 2008. Le bruit de fond varie entre 70 et 100 chocs/s. Sur l'ancien carreau, les valeurs mesurées varient entre 150 et 250 chocs/s. Cependant, des valeurs plus élevées ont été repérées, notamment :

- sur le chemin d'accès au site, avec des valeurs comprises entre 600 et 1500 chocs/s localement,
- au niveau du montage, avec des valeurs atteignant 1200 à 1600 chocs/s ponctuellement.

#### 4.4.3. Bassin versant direct de la Dordogne et de la Maronne

- *Site de La Besse (fiche 332, annexes 2.8 – 3.7 – 4.8 et 5.8)*

Le site de La Besse se trouve à 4,4 km au Sud d'Auriac. Le paysage environnant est typique d'un paysage de plateau et constitué de bois et de prairies destinées à l'élevage et aux cultures.

Les activités du site ont consisté en l'exploitation de 6 mines à ciel ouvert et de travaux miniers souterrains (environ 10 km de galeries), de 1960 à 1994. Les MCO ont été entièrement remblayées. Le réaménagement des infrastructures souterraines a consisté en l'obturation des ouvrages de liaison fond-jour par des stériles, à l'exception de 3 sondages techniques ( $\varnothing$  100 à 220 mm) où un tubage a été conservé pour des contrôles piézométriques. Les galeries situées entre le niveau -37 et la surface, ont été intégralement remblayées par des stériles. Les dépilages ont été soit remblayés avec des stériles, soit avec de la grave-ciment et des stériles, ou encore, pour ceux situés en aval du niveau -140, noyés sans travaux complémentaires.

L'ensemble du carreau a été déséquipé et démantelé, à l'exception de l'ancien atelier, qui sert aujourd'hui de lieu d'entreposage et d'entretien de matériels pour une entreprise de travaux agricoles et forestiers.

Le site est localisé, pour sa partie nord à l'intérieur du bassin versant direct de la Dordogne et pour sa partie sud, sur le bassin versant de la Maronne. En effet, un ruisseau, affluent du ruisseau du Pré Bos, traverse le versant à stériles situé au Nord via une canalisation enterrée. Le ruisseau du Pré Bos, affluent du ruisseau de la Glane de Servières qui rejoint ensuite la Dordogne, est situé à environ 800 m au Nord-Ouest. Le ruisseau de la Rochette, affluent du Riou Tort qui se jette dans la Maronne, prend sa source en bordure sud-ouest du site.

Des mesures au SPP $\gamma$  ont été effectuées au cours de la visite d'état des lieux au printemps 2008. Le bruit de fond est compris entre 90 et 100 chocs/s. L'ancien carreau et l'emplacement des MCO Hourtoule 1 et 2 présentent des valeurs de l'ordre de 250 à 450 chocs/s. Quelques points montrent des valeurs plus élevées de l'ordre de 800 à 900 chocs/s, au niveau de l'entrée de l'ancien carreau et sur le chemin d'accès au montage MP14.

#### 4.4.4. Bassin versant direct de la Dordogne

- *Site du Puits Marinié (fiche 333, annexes 2.18 – 3.9 – 4.9 et 5.8)*

Le site du Puits Marinié se trouve à 2,2 km au Nord de Saint-Privat, en rive gauche du Ruisseau de la Glane de Servières, situé à 20 m au Nord du site. Le paysage environnant est vallonné et constitué de champs et de bois destiné à l'exploitation forestière.

Les travaux miniers ont consisté en des travaux de reconnaissance par petit chantier de 1959 à 1960. Il s'agit d'un puits de 17 m de profondeur et d'environ 25 m de galeries. Le puits a été remblayé à la fin du chantier. Le site est aujourd'hui difficilement repérable du fait de l'importance de la végétation.

Aucun écoulement n'a été repéré à proximité du site et en bordure du ruisseau de la Glane de Servières, affluent de la Dordogne.

Des mesures au SPP $\gamma$  ont été effectuées au cours de la visite d'état des lieux au printemps 2008. Le bruit de fond est compris entre 90 et 100 chocs/s. Les valeurs mesurées sur le site sont de l'ordre de 400 à 700 chocs/s, avec un point relevé à 1500 chocs/s.

#### 4.4.5. Bassin versant de la Maronne

- *Site du Jaladis (fiche 334, annexes 2.10 – 3.8 – 4.9 et 5.9)*

Le site du Jaladis se trouve à 2 km au Sud-Est de Saint-Julien-aux-Bois. Le paysage environnant est légèrement vallonné et constitué de champs et de bois, destinés à l'exploitation forestière.

Les travaux miniers ont consisté en l'exploitation d'une mine à ciel ouvert de 1978 à 1982. Celle-ci a été transformée par la suite en plan d'eau, après avoir assuré la stabilité des parements. Une clôture barbelée a été posée autour de la MCO afin d'en empêcher l'accès. L'ancien carreau et la verse à stériles ont été remodelés, puis recouverts de terre végétale. Des sapins ont été plantés au niveau de la verse.

Un déversoir a été créé au Sud de la MCO, afin de rediriger les eaux en cas de débordement éventuel vers le ruisseau de la Rochette situé en bordure Est du site, et affluent du Riou Tort. Aucun écoulement n'a été repéré le long du site en bordure du ruisseau de la Rochette. Par contre, des écoulements provenant des terrains situés en amont et comprenant la verse à stériles ont été observés au Nord du plan d'eau.

Des mesures d'irradiation externe ont été effectuées après réaménagement ainsi que des mesures au SPP $\gamma$  au cours de la visite d'état des lieux au printemps 2008. Le bruit de fond est compris entre 80 et 100 chocs/s. L'ensemble du site présente des valeurs comprises entre 250 et 500 chocs/s. Quelques points montrent des valeurs de l'ordre de 800 à 1000 chocs/s, notamment au nord de la verse et sur le chemin bordant le plan d'eau.

- *Site de La Galerie des Biaurottes (fiche 335, annexes 2.11 – 3.8 – 4.11 et 5.9)*

Le site de la Galerie des Biaurottes se trouve à 2,6 km au Sud-Est de Saint-Julien-aux-Bois, en rive gauche du ruisseau du Riou Tort situé à 80 m du site et affluent de la Maronne.

Les travaux miniers ont consisté en l'exploitation d'un travers-banc, localisé à flanc de coteau, en 1979. L'entrée du travers banc, d'une longueur totale d'environ 280 m, a été remblayée. Le site est aujourd'hui entièrement colonisé par la végétation.

Des écoulements ont été repérés au Sud-Ouest du site en direction du ruisseau du Riou Tort.

Des mesures au SPP $\gamma$  ont été effectuées au cours de la visite d'état des lieux au printemps 2008. Le bruit de fond est de l'ordre de 90 à 100 chocs/s. L'ensemble du site présente des valeurs comprises entre 170 et 450 chocs/s. En bordure du ruisseau, des valeurs comprises entre 500 et 600 chocs/s ont pu être mesurées.

- *Site de La Porte (fiche 336, annexes 2.6 – 3.6 – 4.6 et 5.7)*

Le site de La Porte se trouve à 3,3 km au Sud-Est de Saint-Julien-aux-Bois, en rive droite du ruisseau du Riou Tort, situé à une quarantaine de mètres en contrebas du site. Le paysage environnant est vallonné et constitué majoritairement de prés et de bois destinés à l'exploitation forestière.

Les travaux miniers ont consisté en l'exploitation d'une mine à ciel ouvert, située à flanc de coteau, de 1982 à 1984. La fosse a été ensuite laissée en eau, et la digue, qui la sépare du Riou Tort, a été surélevée afin d'éviter tout débordement. Les anciennes aires de stockage ont été nettoyées, puis recouvertes d'une couche d'arène granitique et enfin de terre végétale. Les versants à stériles ont été remodelés en pente douce, recouverts de terre végétale et ensemencés.

Une clôture grillagée a été mise en place autour de la fosse, afin d'en empêcher l'accès, avec pose de panneaux « Danger excavation ».

Aucun écoulement n'a été repéré sur le site.

Un plan compteur du site, à maille 10 × 10 m, a été réalisé après le réaménagement et des mesures au SPP $\gamma$  ont été effectuées au cours de la visite d'état des lieux au printemps 2008. Le bruit de fond est de l'ordre de 80 à 100 chocs/s. L'ensemble du site présente des valeurs comprises entre 150 et 300 chocs/s, avec quelques points mesurés à 400 et 550 chocs/s.

- *Site de La Clare (fiche 340, annexes 3.7 – 4.15 et 5.8)*

Le site de La Clare se trouve à 1 km au Nord de Saint-Julien-aux-Bois. Le paysage environnant correspond à un paysage de plateaux et est constitué vallonné et constitué majoritairement de prés et de bois destinés à l'exploitation forestière.

Les activités minières ont consisté en des travaux de reconnaissance par petit chantier, en 1957. Des petites tranchées et deux puits, dont l'un est accompagné d'une galerie d'une dizaine de mètres, ont été effectués. En 1998, un affaissement de la dalle béton recouvrant le puits P1 avait été constaté : le comblement total de l'ouvrage a permis de sécuriser le site.

Le ruisseau de Clamensac, affluent du ruisseau de la Rochette, lui-même affluent du Riou Tort, coule à environ 80 m à l'Ouest du site.

Ce site n'a pas fait l'objet d'une visite d'état des lieux en 2008, en raison de sa découverte tardive dans les documents d'archives.

#### 4.4.6. Bassin versant du Doustre

- *Site de La Vedrenne (fiche 330, annexes 2.6 – 3.5 – 4.6 et 5.6)*

Le site de La Vedrenne se trouve sur un terrain vague dans le quartier résidentiel du Rabinel à Egletons, en rive droite du ruisseau Le Rabinel, situé à une centaine de mètres au Nord du site. Le paysage environnant présente un relief peu accentué.

Les travaux miniers ont consisté en l'exploitation d'un puits de 43 m de profondeur accompagné de deux niveaux (N-20 et N-40) de galeries d'une longueur totale d'environ 680 m. L'entrée du puits a été remblayée et la dalle béton correspondant à l'emplacement du treuil est toujours en place. L'emplacement du montage n'a pu être repéré sur le site au cours de la visite d'état des lieux de 2008.

Une zone humide a été repérée sur le terrain vague en contrebas du site : des écoulements potentiels vers le ruisseau du Rabinel ne sont pas à exclure.

Des mesures au SPPy ont été effectuées au cours de la visite d'état des lieux au printemps 2008. Le bruit de fond est de l'ordre de 90 à 110 chocs/s. Les mesures prises sur le site sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Zone de mesures	Ordre de grandeur des valeurs mesurées au SPP2
Zone correspondant au carreau (au niveau de l'emplacement du puits)	entre 200 et 300 chocs/s
Secteur situé autour du montage	entre 400 et 800 chocs/s <i>avec un point relevé à 1000 chocs à proximité de la zone humide</i>

- *Site du Châtaignier (fiche 331, annexes 2.7 – 3.5 – 4.7 et 5.6)*

Le site du Châtaignier se trouve à 500 m à l'Est de la Chapelle-Spinasse, en rive droite du ruisseau de Barras, affluent du Doustre. Le paysage environnant est légèrement vallonné et constitué de prairies et de bois.

Les travaux miniers ont consisté en l'exploitation d'une mine à ciel ouvert, de 1978 à 1982. La fosse et les bassins de décantation ont été entièrement remblayés avec les stériles issus du site, puis recouverts de terre végétale.

Aucun écoulement n'a été repéré sur le site, cependant on notera que le ruisseau de Barras prend sa source à une cinquantaine de mètres à l'Ouest du site.

Des mesures au SPPy ont été effectuées au cours de la visite d'état des lieux au printemps 2008. Le bruit de fond est de l'ordre de 100 à 110 chocs/s. L'ensemble du site présente des valeurs comprises entre 130 et 280 chocs/s.

- *Site du Peuch (fiche 338, annexes 2.14 – 3.6 – 4.14 et 5.7)*

Le site du Peuch se trouve à 2,4 km au Sud-Est d'Eyrein, en rive gauche du ruisseau de l'Etang de Bourre, affluent du Doustre. Le paysage environnant est vallonné et constitué de prairies et de bois destinés à l'exploitation forestière.

Les travaux miniers ont consisté en l'exploitation d'un puits accompagné d'une galerie de 130 m, en 1964. L'entrée du puits a été comblée à la fin du chantier. Suite à un tassement constaté, une clôture grillagée a été mise en place autour du puits avec pose de « Attention travaux miniers – effondrement – accès interdit ».

Aucun écoulement n'a été repéré sur le site. Cependant, on notera la présence d'une zone humide, liée à la présence du ruisseau de l'Etang de Bourre, à environ 50 m au Sud-Est et en aval hydraulique du site.

Des mesures au SPP $\gamma$  ont été effectuées au cours de la visite d'état des lieux au printemps 2008. Le bruit de fond est de l'ordre de 50 à 90 chocs/s. L'ensemble du site présente des valeurs comprises entre 200 et 400 chocs/s. Des valeurs plus élevées (autour de 900 chocs/s) ont été relevées à proximité du puits, en bordure du carreau.

#### 4.4.7. Bassin versant de la Vimbelle (affluent de la Corrèze)

- Site de la Bréjade (fiche 337, annexes 2.15 – 3.9 – 4.16 et 5.10)

Le site de La Bréjade se trouve à 1,4 km au Sud-Est d'Augustin, en rive droite du ruisseau de Douyge, affluent de la Vimbelle. Le paysage environnant est vallonné et constitué de champs et de bois.

Les travaux miniers se sont déroulés de 1958 à 1963 et ont consisté en l'exploitation d'un gisement à partir d'un puits principal et de deux montages, à partir desquels un réseau de galeries (un peu plus de 1200 m au total) s'étendait. Les ouvrages fond- jour ont été remblayés à l'arrêt des travaux. Ces derniers présentent un effondrement des matériaux d'environ 1 m à 1,5 m de profondeur. Le contrefort en pierre ayant servi d'assise au treuil est toujours en place.

A l'Ouest du site, en contrebas des verses, une zone humide, pouvant correspondre à des écoulements de pieds de verse ou à une résurgence minière, a été repérée.

Des mesures au SPP $\gamma$  ont été effectuées au cours de la visite d'état des lieux au printemps 2008. Le bruit de fond est compris entre 90 et 110 chocs/s. Les valeurs mesurées sur les verses, l'ancien carreau et à proximité immédiate du montage M2 sont comprises 200 et 600 chocs/s. De très nombreux points sur les verses présentent des valeurs élevées variant de 900 à 1500 chocs/s et pouvant atteindre localement 2600 chocs/s.

#### 4.4.8. Bassin versant de la Vienne

- Site de La Salamanière (fiche 340 annexes 2.1 – 3.10 – 4.16 et 5.11)

Le site de La Salamanière se trouve à 4,6 km au Nord de Peyrelevade, à environ 70 m du ruisseau de Salamanière, affluent du ruisseau de Neuville. Le paysage environnant est vallonné et constitué majoritairement de prés et de bois destiné à l'exploitation forestière.

Les activités du site ont consisté uniquement en un travail de prospection, à savoir de petites tranchées et des sondages de surface. Il ne s'agit donc pas d'un site minier à proprement parler.

Aucun écoulement de surface n'a été repéré à proximité du site.

Des mesures au SPP $\gamma$  ont été effectuées au cours de la visite d'état des lieux au printemps 2008. Le bruit de fond est de l'ordre de 50 à 80 chocs/s. Les valeurs mesurées sur le site varient entre 110 et 120 chocs/s.

## 5. LES RESIDUS ET DECHETS D'EXPLOITATION

Sur le département de la Corrèze, il n'y a aucun stockage de résidus de traitement du minerai ou de produits de démantèlement. Par conséquent, seuls les stériles miniers sont considérés comme déchets d'exploitation.

### 5.1. GENERALITES – 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. Elles constituent les stériles de « sélectivité ».

La teneur des minerais détermineraient 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 « STERILE – MINERAI PAUVRE – MINERAI » en fonction de chaque site. Pour le site de La Porte, les teneurs de coupure retenues étaient :

- Stériles – Minerai Pauvre : 200 ppmU
- Minerai Pauvre – Minerai : 600 ppmU

L'ensemble des stériles ont été mis en verses à proximité des lieux d'extraction ou en remblai dans les MCO et les TMS.

### 5.2. REAMENAGEMENT DES VERSES A STERILES

Plus de 2,4 millions de tonnes de stériles ont ainsi été extraites et pour la très grande majorité mises en dépôt en verses à proximité des lieux d'extraction, pendant l'exploitation. Au moment du réaménagement, les stériles ont servi, en partie ou en totalité, au remblayage des mines à ciel ouvert et/ou des ouvrages de liaisons fond-jour.

Les stériles extraits par mines à ciel ouvert représentent entre 90 % et 95 % du volume total extrait, en fonction de la taille de découverte initiale, soit un rapport de tonnage minerai / tonnage brut  $\approx 1/10$ . Les stériles extraits par travaux souterrains correspondent entre 40 % et 73% du volume total extrait (soit un rapport de tonnage minerai / tonnage brut  $\approx 1/1$ ), ces chiffres relativement élevés sont dus au fait qu'il s'agit majoritairement de 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,
- un apport de terre végétale en fonction des stocks disponibles avec localement revégétalisation, pour les sites réaménagés après 1980.

Au cours des visites de terrain de 2008, des mesures radiométriques effectuées au SPP $\gamma$  ont été réalisées. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous pour les sites présentant une verse à stériles :

Sites présentant une verse à stériles	Radiométrie mini - maxi (au SPP $\gamma$ en chocs/s)
Le Longy	200 – 1250*
Le Boucheron – FE5NW	200 – 380
Le Jacquet	220 – 2500
La Besse	250 – 900
Le Jaladis	250 – 1000
La Porte	110 – 550
La Bréjade	250 – 2600

\* valeurs mesurées au SPP2, issues du plan compteur après réaménagement

### 5.3. REUTILISATION PARTICULIERE DES STERILES

Pendant les périodes d'exploitations 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 été 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
La Besse	Réfection des chemins environnants.
Le Jaladis	Réfection des chemins de la forêt domaniale jouxtant le site.
Le Boucheron	Réutilisation des stériles par un carrier (AP d'autorisation du 06/10/1989)

La possibilité d'enlèvement de stériles sur d'autres sites à des fins privées pendant l'exploitation et après l'exploitation n'est pas à exclure du fait de l'ancienneté de la plupart des sites. Par ailleurs, les sites étaient rarement clôturés pendant l'exploitation et après le réaménagement.

Pour le site du Boucheron, le tableau suivant rend compte de la cession des stériles pour l'année 1993, par la société MARUT, propriétaire actuel du site :

Quantité enlevée (m <sup>3</sup> )	Usage	Lieu d'utilisation
1300	Chemin forestier	Davignac
4500		Ambrugeat
800		Péret-Bel-Air
1500		Soudeilles

## 6. EVALUATION DES IMPACTS EN TERME DE SECURITE PUBLIQUE

### 6.1. 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 corréziens).
- les risques d'instabilité des verses à stériles.

### 6.2. LES RISQUES LIES AUX TRAVAUX SOUTERRAINS

#### 6.2.1. Les ouvrages de liaison fond-jour

L'inventaire des ouvrages fond-jour a été réalisé sur la base des documents d'archives et de repérage de terrain. Il a mis en évidence 24 ouvrages verticaux et 3 galeries débouchant au jour. La liste est figurée par site dans le tableau suivant :

Sites	Date d'exploitation	Nature de l'ouvrage	Dénomination	Section
La Besse	1960-1994	Cheminée d'aérage	P1	Ø 2 m
		Descenderie	P2	3 × 4 m
		Puits	P3	4 × 4 m
		Trou d'exhaure	P4	Ø 0,3 m
		Cheminée d'aérage	P5	Ø 1 m
		Cheminée d'aérage	P6	Ø 3 m
		Cheminée d'aérage	P7	Ø 1,5 m
		Cheminée d'aérage	P10	Ø 2 m
		Cheminée d'aérage	P11	Ø 3 m
		Cheminée d'aérage	P12	Ø 2 m
La Vedrenne	1959-1961	Puits	/	3 × 4 m
		Montage	M1	2 × 3 m
Puits Marinié	1959-1960	Puits	/	3,5 × 4 m
La Barrière	1959-1960	Puits	/	2 × 2,5 m
		Montage	M1	1,5 × 2,5 m
Le Jacquet	1960-1981	Travers-banc	/	2,5 × 2,5 m
		Montage	M1	2,5 × 2,5 m
Galerie des Biaurottes	1979	Travers-banc	/	2,5 × 3 m
La Bréjade	1958-1963	Puits	P1	2,5 × 3,5 m
		Montage	M1	2 × 2,5 m
		Montage	M2	2,5 × 2,5 m
Le Peuch	1964	Puits	/	2 × 2,5 m
Les Salles	1962	Puits	/	1 × 2,5 m
		Montage	M1	1 × 2 m
La Clare	1957	Puits	P1	2 × 4 m
		Puits	P2	1,8 × 4 m

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

- total des ouvrages verticaux,
  - de l'entrée des galeries et descenderies avec localement drainage pour maintenir un exutoire contrôlable des eaux,
- par des produits tout-venant (stériles miniers).

L'ensemble de ces ouvrages a fait l'objet d'une auscultation visuelle réalisée en 2008. Les désordres et anomalies constatées concernent les sites figurés dans le tableau suivant :

Sites	Nature de l'ouvrage	Dénomination	Section	Taille du fontis ou anomalie
La Vedrenne	Puits	/	3 × 4 m	Le puits aurait été comblé par la commune, probablement suite à un effondrement.
La Barrière	Montage	M1	1,5 × 2,5 m	Affaissement de 10 à 15 cm de profondeur.
Le Jacquet	Travers-banc	/	2,5 × 2,5 m	Affaissement de 10 à 50 cm de profondeur de l'entrée du travers-banc et sur une vingtaine de mètres de longueur.
La Bréjade	Puits	P1	2,5 × 3,5 m	Fontis de 1,5 à 2 m de profondeur environ.
	Montage	M1	2 × 2,5 m	Fontis de 1,5 m de profondeur.
	Montage	M2	2,5 × 2,5 m	Fontis de 1 à 1,5 m de profondeur environ.
Le Peuch	Puits	/	2 × 2,5 m	Affaissement des matériaux en tête de puits (profondeur inconnue masquée par la végétation).
La Clare	Puits	P1	2 × 4 m	Effondrement de la dalle empêchant l'accès au puits en 1998 (comblement total de l'ouvrage).

## 6.2.2. 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	H <sub>1</sub>
1,4	2,5 H
1,5	2,0 H
1,6	1,7 H

Si l'on veut avoir un coefficient de sécurité maximum, on appliquera comme critère la règle de TINCELIN (« La mécanique du foudroyage »... TINCELIN – FINE – BENYAKHLEF – 12<sup>ème</sup> 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
La Besse	1960-1994	oui	N-19 à N-170	3 × 2,5 m	Remblayage intégral jusqu'au niveau -37 puis partiel en fonction des secteurs
La Vedrenne	1959-1961	oui	N-20 et N-40	2,5 × 2,5	sans information
Puits Marinié	1959-1960	non	N-15	2,5 × 2	sans information
La Barrière	1959-1960	oui	N-20 et N-40	2,5 × 2	en partie remblayé
Le Jacquet	1960-1981	non	N-40 (à l'aplomb de la MCO)	2,5 × 2,5	non
Galerie des Biaurottes	1979	non	/	3 × 2,5	sans information
La Bréjade	1958-1963	oui	N-20, N-35, N-50, N-65, N-75, N-100 et N-120	2,5 × 2	sans information
Le Peuch	1964	sans information	N-30 ?	2,5 × 2	sans information
Les Salles	1962	non	N-20	2,5 × 2	remblayé à la fin du chantier
La Clare	1957	oui	N-22	2,5 × 2	sans information

Ces risques d'affaissement doivent être toutefois relativisés :

- Les hauteurs de galeries de reconnaissance ou d'accès sont toutes limitées à 2 - 2,5 m. L'application de la règle « Tincelin » écarte tous risques de désordre de surface au-delà d'un stot de 8 à 10 m. Aucun site n'est donc concerné. L'application de la règle « INERIS » porte ce stot à environ 20 à 25 m. Seraient donc concernés les sites de La Besse, La Vedrenne, Puits Marinié, La Barrière, Le Jacquet, La Bréjade, Les Salles et La Clare. Les sites du Peuch et de la Galerie des Biaurottes sont susceptibles d'être concernés du fait de la méconnaissance de la profondeur des niveaux de galeries.
- 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 il y a plus de 40 ans pour la plupart d'entre elles, plaide en faveur d'une stabilité du bâti minier. Seul un affaissement de l'entrée du travers-banc sur le site du Jacquet témoigne de la possibilité de tels phénomènes (affaissements de surface – cf. photos en annexe 2.4).

- *Les effondrements en tiroir*

Ils concernent tous les chantiers ayant 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. Les répercussions en surface, observées sur des effondrements survenus sur l'ancienne Division Minière de la Crouzille, ont confirmé qu'elles ne se situaient pas à l'aplomb du vide, mais bien à la trace en surface de la structure exploitée.

Les sites ayant fait l'objet de travaux d'exploitation de chantiers (sites présentant des dépilages) sont :

LA BARRIERE (Cf. fiche 329a de l'annexe 1)

- Dix tranches exploitées du niveau N-12 au N-31 à l'Est du puits.
- Hauteur exploitée : 19 m      Longueur : 12 à 15 m      Stot : 11 à 12 m
- Méthode : tranches uni-montantes (2 m de hauteur) remblayées.
- Epaisseur du filon : pechblende dans une zone minéralisée localisée : son extension est comprise entre le niveau -11 et le niveau -31 et d'une puissance moyenne de 3 à 4 m.

*Remarque* : Sur la base des documents disponibles, la totalité de cette zone a été exploitée. Le remblayage très probable, eu égard au stot très réduit, aurait été constitué par les produits stériles foisonnés abattus pour élargir le passage dans la tranche. Les risques d'affaissement apparaissent donc nuls ou, le cas échéant, de très faible amplitude.

LA VEDRENNE (Cf. fiche 330a de l'annexe 1)

- Dix tranches exploitées depuis le niveau N-40 jusqu'à la découverte en surface.
- Hauteur exploitée : 40 m      Longueur : 30 à 50 m      Stot : aucun.
- Méthode : tranches uni-montantes remblayées ou uni-descendantes foudroyées selon les zones.
- Epaisseur du filon : lentilles de 2 à 5 m de largeur.

*Remarque* : Sur la base des documents disponibles, seule une zone située au Nord du puits a été exploitée, l'allongement de la galerie de reconnaissance vers le Sud-Ouest ayant donné des résultats décevants. Compte tenu de la méthode d'exploitation utilisée, les risques d'effondrement sont donc jugés négligeables. Aucun tassement de ces produits de remblayage n'a été observé en surface.

LA BESSE (Cf. fiche 332a de l'annexe 1)

- Exploitation de structures en forme de colonnes lenticulaires par tranches de 4 à 6 m de hauteur en fonction de la résistance des épontes, 5 quartiers exploités en souterrain (Hourtoule 1, 2, 6, 7, 11 et 13, Plagne, B1)
- Hauteurs exploitées : 50 à 130 m en fonction des quartiers
- Méthode : méthode uni-descendantes sous dalle bétonnée.
- Epaisseur du filon : colonnes minéralisées d'une centaine de mètres de relevé, 30 à 50 m d'extension, et de 1 à 3 m de puissance.

*Remarque* : Les travaux de mise en sécurité des travaux souterrains sont présentés sur les figures 5 à 8. Les dépilages *Hourtoule 2 Ouest* et *Plagne* ont été intégralement remblayés par du stérile minier. Sur *Hourtoule 2 Est* et *Hourtoule 7*, les deux premiers niveaux ont été remblayés avec de la grave-ciment, soit une hauteur de 8 à 10 m. Les dalles de fond de MCO ont une épaisseur de 1,5 m et sont ferrillées sur deux niveaux. Concernant les dépilages sur *Hourtoule 1*, la partie Ouest a été intégralement remblayée par du stérile minier. La partie Est a été remblayée sur deux niveaux par de la grave-ciment (soit une hauteur de 10 m). Le secteur situé sous la route a été entièrement comblé avec du béton injecté par des sondages. Les autres dépilages (*Hourtoule 6, 11 et 13, B1*) situé en aval du niveau -140 ont été noyés.

## LA BREJADE (Cf. fiche 337a de l'annexe 1)

- Exploitation de lentilles minéralisées entre les niveaux N-20 et N-120.
- Hauteur exploitée : entre 10 et 35 m en fonction des zones minéralisées économiquement exploitables.
- Stot : 13 m à l'Est du puits. 60 m à l'Ouest du montage M2.
- Méthode : Dépilage par chambre vide buttée à partir des niveaux inférieurs.

*Remarque* : Sur la base des documents disponibles, cette méthode d'exploitation a été choisie compte tenu de la bonne tenue des épontes et de l'irrégularité du gisement. Aucune information n'est disponible sur le réaménagement des chambres exploitées. On notera qu'aucun tassement ou affaissement n'a été observé en surface, hormis au niveau des ouvrages de liaison fond-jour.

## CONCLUSION

Les risques d'affaissement de surface liés à des effondrements de chantiers exploités en travaux souterrains paraissent limités, pour les sites de La Barrière et La Vedrenne, voire très limités pour le site de La Besse, en raison de :

- le remblayage intégral des chantiers exploités proches de la surface.
- l'ancienneté des travaux sans manifestation visible en surface.

Concernant le site de La Bréjade, les risques d'affaissements, liés à des effondrements de chantiers souterrains, n'est pas à exclure du fait du manque d'information sur le réaménagement des chambres exploitées, et ceci, malgré l'absence de manifestations de surface depuis plus de 40 ans.

## 6.3. 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 :

<b>Sites</b>	<b>Etat de fosse</b>	<b>Observations</b>
Le Longy	En eau. Parements visibles sur 20 à 25 m.	Clôture autour du site. Clôture partielle autour de la fosse.
Le Boucheron	En eau. Parements visibles sur 1 à 25 m, à l'exception de la zone Est.	Accessible au public : Pas de clôture autour des fosses. Présence d'un merlon de sécurité au Nord-Ouest de la fosse « Roussine ».
Le Jaladis	En eau. Parements visibles sur 1 à 2 m. (Parement Ouest réaménagé en douce)	Clôture barbelée autour de la fosse.
La Porte	En eau. Parements visibles sur 1 à 30 m.	Clôture grillagée autour de la fosse avec panneaux « Propriété privée – Défense d'entrée » et « Danger excavation »

#### 6.4. 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.

Pour les verses à stériles constituées de blocs rocheux (ce qui est le cas pour les sites miniers corréziens), il peut s'agir de phénomènes mettant en jeu des volumes de matériaux restreints (quelques dizaines de m<sup>3</sup>) et prenant principalement la forme de glissement pelliculaire. De tels phénomènes n'ont pas été observés sur les verses des sites miniers visés par ce présent bilan de fonctionnement.

## 7. EVALUATION DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT

### 7.1. IMPACT SUR LE VECTEUR EAU

#### 7.1.1. 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) ou lorsque les galeries drainent les terrains situés en amont topographique et hydraulique, il est possible que les eaux émergent en surface, comme à l'entrée ou des travers-bancs. 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, lorsque ces eaux percolent à travers ces derniers. Elles peuvent aussi être marquées par entraînement de particules en suspension sur lesquelles sont adsorbés des éléments toxiques.

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

Sites	Possibilités de marquage du vecteur eau
Le Longy	- Percolation des eaux météoriques dans les verses à stériles. - Infiltration des eaux de surverse de la MCO dans la verse à stériles compte tenu de la topographie du site.
Les Salles	Écoulements des eaux souterraines dans les TMS.
Le Boucheron – FE5NW	- Percolation des eaux météoriques dans les verses à stériles. - Écoulements souterrains des eaux de la MCO.
Le Jacquet	- Percolation des eaux météoriques dans les verses à stériles. - Drainage des terrains situés en amont topographique via le travers-banc.
La Barrière	Écoulements des eaux souterraines dans les TMS.
La Vedrenne	Écoulements des eaux souterraines dans les TMS.
Le Châtaignier	Écoulements des eaux souterraines dans la MCO remblayée.
La Besse	- Percolation des eaux météoriques dans les verses à stériles. - Écoulements des eaux souterraines dans les TMS et les MCO remblayés.
Puits Marinié	Écoulements des eaux souterraines dans les TMS.
Le Jaladis	- Percolation des eaux météoriques dans les verses à stériles. - Pas de surverse du plan d'eau (mais présence d'un fossé de débordement).
Galerie des Biaurottes	Drainage des terrains situés en amont topographique via le travers-banc.
La Porte	- Percolation des eaux météoriques dans les verses à stériles. - Pas de surverse de la MCO.
La Brejade	- Percolation des eaux météoriques dans les verses à stériles. - Écoulements des eaux souterraines dans les TMS.
Le Peuch	- Percolation des eaux météoriques dans les verses à stériles constituant l'ancien carreau. - Écoulements des eaux souterraines dans les TMS.
La Clare	Écoulements des eaux souterraines dans les TMS.

*Remarque* : Sur le site de Salamanière, seuls des sondages de reconnaissance ont eu lieu : il n'est donc pas considéré comme un site minier à proprement parler et ne sera donc pas mentionné comme site pouvant marquer potentiellement les eaux environnantes.

## Voies de contamination des sédiments

Lorsque certains exutoires présentent des débits moyens relativement élevés (plusieurs dizaines de m<sup>3</sup>/h), ils peuvent conduire à des flux de radioéléments importants susceptibles d'engendrer des marquages dans l'environnement, notamment liés à l'accumulation de ces radionucléides dans le compartiment sédimentaire. Ils sont associés à la fraction fine des sédiments et le marquage peut être d'autant plus important que le régime hydrodynamique est favorable au dépôt. De ce fait, les retenues constituent des zones d'accumulation privilégiées des particules marquées.

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

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

L'absence de station de traitement pour les sites miniers corréziens tend à favoriser cette deuxième option. Les débits faibles estimés au cours de la campagne de terrain 2008 (< 10 m<sup>3</sup>/h) semblent plaider, à priori, en faveur d'un faible impact radiologique sur ce compartiment sédimentaire.

### 7.1.2. Valeurs de référence « milieu naturel »

En l'absence de point zéro, l'IRSN propose dans sa tierce expertise [6] des valeurs de références pour le milieu naturel pour la Division Minière de la Crouzille :

Eaux de surface :	U <sub>238</sub> soluble de l'ordre de 0,01 Bq/l Ra <sub>226</sub> soluble compris entre 0,001 et 0,02 Bq/l
Eaux souterraines : (Source AREVA NC)	U <sub>238</sub> soluble de l'ordre de quelques µg/l (quelques dizaines de mBq/l) Ra <sub>226</sub> soluble de l'ordre de quelques mBq/l (en général valeurs plus élevées que pour les eaux de surface)
Sédiments :	U <sub>238</sub> compris entre 180 et 1100 Bq/kg de matière sèche Ra <sub>226</sub> compris entre 150 et 800 Bq/kg de matière sèche

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

Compte tenu du manque d'informations sur certains sites miniers, une campagne de prélèvements (eau) a été réalisée au printemps 2008, 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.

Aucune analyse sur les sédiments au printemps 2008 n'a été réalisée en raison du peu d'écoulements identifiés en pied de verses et de leurs éloignements par rapport au cours d'eau les plus proches.

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

Les sites sont présentés de l'amont vers l'aval hydraulique des cours d'eau principaux à savoir : La Diège, La Luzège, La Dordogne (via le ruisseau de la Glane de Servières), Le Doustre, La Maronne et La Vimbelle (affluent de la Corrèze).

### BASSIN VERSANT DE LA DIEGE

L'impact potentiel des sites sur la rivière la Diège se fait par l'intermédiaire de cours d'eau affluents à savoir, le ruisseau de Malpouge et le talweg de La Platane, près d'Ussel.

Une pisciculture, située au lieu-dit La Grange sur la commune de Saint-Pardoux-le-Vieux, est alimentée par les eaux de La Diège. Celle-ci est située en aval de la confluence avec le ruisseau de Malpouge et en amont de celle du talweg de La Platane.

- *Ruisseau de Malpouge*

Seul le site du **Longy** est susceptible d'impacter ce cours d'eau, via le ruisseau de la Petite Rebière. Le site est localisé à flanc de coteau et possède une MCO laissée en eau à la fin de l'exploitation. Le niveau d'eau s'est stabilisé à un niveau inférieur à celui prévu initialement dans le dossier d'arrêt définitif des travaux. En effet, les eaux se sont infiltrées dans les remblais ayant servi à la combler la partie sud de la fosse, puis dans la verse à stérile. L'ensemble des eaux du site est dirigé, en suivant la topographie du site, vers le ruisseau de la Petite Rebière (prélèvement LON RU).

Les eaux de la MCO montrent des concentrations inférieures à 100 µg/l pour l'uranium 238 et comprises entre 0,11 et 0,18 Bq/l pour le radium 226 (année d'analyses : 1995 à 1997). Il apparaît, de la campagne de prélèvements réalisée en 2008, des concentrations en radioéléments faibles avec respectivement 7,7 µg/l (0,09 Bq/l) pour l'uranium 238 et 0,11 Bq/l pour le radium 226 pour l'eau du ruisseau en aval du site du Longy. L'impact faible de ce site est confirmé par les mesures effectuées, de 1995 à 1997, sur le ruisseau de la Petite Rebière plus en aval ( $U_{238} < 100 \mu\text{g/l}$  et  $Ra_{226} < 0,30 \text{ Bq/l}$ ) et sur le bief du Longy ( $U_{238} < 100 \mu\text{g/l}$  et  $Ra_{226} < 0,03 \text{ Bq/l}$ ).

Aucun plan d'eau n'a été repéré sur les ruisseaux de La Petite Rebière et de Malpouge en aval hydraulique du site du Longy.

Les résultats d'analyse effectués dans les cours d'eau à proximité de ces sites sont présentés dans les tableaux de la figure 9.

- *Talweg de La Platane*

Seul le site des **Salles** est susceptible d'impacter les eaux du talweg de la Platane. Le site est localisé à flanc de coteau. L'ensemble des eaux du site (écoulements souterrains à travers les TMS, eaux de ruissellement) est redirigé vers une zone humide située en fond de vallée, secteur où le talweg prend sa source (prélèvement SAL RU).

La qualité des eaux de ce talweg présente un faible charge en  $U_{238}$  (1,5 µg/l soit 0,02 Bq/l) et en  $Ra_{226}$  (0,08 Bq/l).

Aucun plan d'eau sur ce talweg n'a été repéré en aval hydraulique du site des Salles.

Les résultats d'analyse effectués dans les cours d'eau à proximité de ce site sont présentés dans les tableaux de la figure 9.

#### BASSIN VERSANT DE LA LUZÈGE

L'impact potentiel des sites sur la rivière la Luzège se fait par l'intermédiaire de son affluent La Soudeillette (ou La Saulière ou La Soudeille).

Le premier site susceptible d'impacter la Soudeillette est le site du **Boucheron – FE5NW** (prélèvement FE5BOU RU). Il est situé à flanc de coteau et possède une MCO en eau (prélèvement BOU 4). Un ruisseau à faible débit et traversant les versants alimente le plan d'eau. En contrebas, les anciens bassins de décantation ont été conservés par l'actuel propriétaire et présentent des traces d'eau stagnantes (cf. photos en annexe 2.3).

Le site du **Jacquet** est le second site pouvant influencer la qualité des eaux de la Soudeillette (prélèvement aval site JAC RU). Il est localisé à flanc de coteau et comprend un travers-banc qui draine les terrains situés en amont (dont ceux sur lesquels la MCO avait été implantée). Des écoulements ont été repérés à l'entrée du travers-banc (prélèvement JAC TB – cf. photographie en annexe 2.4).

Enfin, le site de **La Barrière** est le dernier site susceptible d'avoir un impact sur la Soudeillette, située à 500 m en contrebas du site. Aucun écoulement n'a été observé à proximité du site.

Aucun plan d'eau n'a été repéré en aval des sites sur le cours de la Soudeillette et de la Luzège.

Les concentrations des eaux recueillies dans la MCO du Boucheron et à l'entrée du travers-banc du Jacquet, présentent une légère charge en  $U_{238}$ , (respectivement 5,0 µg/l soit 0,06 Bq/l et 1,5 µg/l soit 0,02 Bq/l) et en  $Ra_{226}$  (respectivement 0,06 Bq/l et 0,08 Bq/l). Aucun impact de ces deux sites n'a été observé en aval sur le ruisseau de La Soudeillette ( $U_{238} < 1$  µg/l soit 0,01 Bq/l et  $Ra_{226} < 0,02$  Bq/l).

Les résultats d'analyse effectués sur et en aval de ces sites sont présentés dans les tableaux de la figure 10. Aucun prélèvement n'a été effectué pour le site de La Barrière compte tenu de la taille du site et de sa distance par rapport au cours d'eau le plus proche.

#### BASSIN VERSANT DIRECT DE LA DORDOGNE

L'impact potentiel des sites sur La Dordogne se fait par l'intermédiaire de son affluent : le ruisseau de La Glane de Servières.

La partie Nord du site de **La Besse** peut influencer ce ruisseau, via le ruisseau du Pré Bos (prélèvement BES BOS). Plus en aval, le site du **Puits Marinié**, où aucun écoulement de surface n'a été observé, est susceptible d'influencer la qualité des eaux du ruisseau de la Glane de Servières (prélèvement PMA RU).

Deux plans d'eau se trouvent sur La Glane de Servières en aval de ces sites : le premier (plan d'eau de La Glane) est situé après sa confluence avec le ruisseau du Pré Bos et le second (Lac de Feyt) en aval du rejet potentiel du site du Puits Marinié.

Une chronique de mesures après réaménagement (1995 – 1999) a été effectuée sur le ruisseau traversant la verse à stériles, en amont et en aval du site. Celle-ci met en évidence un marquage en uranium 238 du cours d'eau en aval du site avec des concentrations comprises entre 120 et 260 µg/l (soit entre 1,48 et 3,20 Bq/l). La campagne de 2008 sur les eaux du ruisseau du Pré Bos confirme les mesures précédentes dans une moindre mesure : les eaux présentent une concentration en  $U_{238}$  soluble non négligeable (7,1 µg/l soit 0,09 Bq/l) et quasi nulle en  $Ra_{226}$  soluble (<0,02 Bq/l), reflétant une éventuelle influence du site de la Besse sur la qualité radiologique du cours d'eau. En aval du Puits Marinié, La Glane de Servières montre des concentrations faibles en  $U_{238}$  et  $Ra_{226}$  (respectivement 2,3 µg/l soit 0,03 Bq/l et 0,05 Bq/l).

Les résultats d'analyse effectués dans ces cours d'eau sont présentés dans les tableaux de la figure 11.

### BASSIN VERSANT DU DOUSTRE

L'impact potentiel des sites sur Le Doustre se fait par l'intermédiaire de plusieurs de ses affluents, à savoir, de l'amont vers l'aval : le ruisseau du Rabinel, le ruisseau de Barras et le ruisseau de l'Etang de Bourre.

Les plans d'eau du Puy Nachet se trouvent sur le Doustre en aval des confluences avec les ruisseaux du Rabinel et de Barras. Le ruisseau de l'Etang de Bourre se jette dans ces plans d'eau.

- *Ruisseau du Rabinel*

Le site pouvant impacter les eaux de ce cours d'eau est celui du **La Vedrenne**, situé à une centaine de mètre du ruisseau (prélèvement VED RU). Une zone humide a été repérée à proximité immédiate en aval hydraulique du site.

Les eaux prélevées dans le ruisseau du Rabinel présente de faibles concentrations en  $U_{238}$  (1,8 µg/l soit 0,02 Bq/l) et en  $Ra_{226}$  (<0,02 Bq/l).

Les résultats d'analyse effectués sur ce cours d'eau sont présentés dans le tableau de la figure 12.

- *Ruisseau de Barras*

Le site du **Châtaignier** est susceptible d'influencer la qualité des eaux du ruisseau de Barras (prélèvement CTG RIG) qui prend sa source à proximité immédiate du site. Aucun écoulement n'a été observé sur le site.

Les eaux prélevées dans ce ruisseau présente de faibles concentrations en  $U_{238}$  (1,8 µg/l soit 0,02 Bq/l) et en  $Ra_{226}$  (0,02 Bq/l).

Les résultats d'analyse effectués sur ce cours d'eau sont présentés dans le tableau de la figure 12.

- *Ruisseau de l'Etang de Bourre*

Le site du **Peuch** est susceptible d'influencer la qualité des eaux du ruisseau de l'Etang de Bourre (prélèvement PCH RU) qui coule à une cinquantaine de mètres. Aucun écoulement n'a été observé sur le site.

Les eaux prélevées dans ce ruisseau présente de faibles concentrations en  $U_{238}$  (1,3  $\mu\text{g/l}$  soit 0,02 Bq/l) et en  $Ra_{226}$  (0,03 Bq/l).

Les résultats d'analyse effectués sur ce cours d'eau sont présentés dans le tableau de la figure 12.

#### BASSIN VERSANT DE LA MARONNE

L'impact potentiel des sites sur la rivière La Maronne se fait par l'intermédiaire de son affluent Le Riou Tort.

Le premier site pouvant influencer les eaux du Riou Tort est celui de **La Besse** (partie Sud du site), via le ruisseau de la Rochette (prélèvement BES ROC). L'étang de la Besse est situé à proximité immédiate du site.

Le site de **La Clare** est le second site pouvant impacter le Riou Tort, via le ruisseau de Clamensac puis le ruisseau de la Rochette (pas de prélèvement).

Le site du **Jaladis** est susceptible d'influencer le ruisseau de la Rochette, qui coule en bordure Est du site (prélèvement JAL ROC). En effet, ce site possède une MCO aménagée en plan d'eau pour lequel une surverse a été créée en cas de débordement, vers ce cours d'eau. Le plan d'eau est alimenté par des écoulements (prélèvement JAC 4 – cf. photographies en annexe 2.10) provenant des terrains situés en amont sur lesquels se trouvent la verse à stériles. On notera, qu'en aval du site, le bassin du Moulin du Jaladis est alimenté par le Riou Tort, juste après sa confluence avec le ruisseau de la Rochette.

Le site de la **Galerie des Biaurottes** est susceptible d'impacter le Riou Tort, coulant à environ 80 m à l'Ouest du site (prélèvement GBI ROC). Des écoulements ont été repérés en contrebas du travers-banc (prélèvement GBI 5).

Le site de **La Porte** est le dernier site pouvant impacter les eaux du Riou Tort (prélèvement POR ROC). Ce site possède une MCO en eau (prélèvement POR 4), ne possédant pas de surverse. Aucun écoulement n'a été repéré sur le site.

Une chronique de mesures après réaménagement (1995 – 1999) a été effectuée sur le ruisseau de la Rochette en aval immédiat du site (prélèvement à proximité du montage M 14). Celle-ci met en évidence un marquage en uranium 238 du cours d'eau en aval du site avec des concentrations comprises entre 100 et 200  $\mu\text{g/l}$  (soit entre 1,23 et 2,46 Bq/l). La campagne de 2008 sur les eaux du ruisseau de la Rochette (au pont de la Planchotte) présente également des concentrations non négligeables en  $U_{238}$  (15  $\mu\text{g/l}$  soit 0,18 Bq/l) et inférieures à la limite de détection pour le  $Ra_{226}$  (<0,02 Bq/l), ce qui montrerait une certaine influence du site minier de La Besse sur la qualité des eaux du cours d'eau.

Les eaux des MCO du Jaladis et de La Porte présentent des concentrations assez significatives en  $U_{238}$  et  $Ra_{226}$ , pour l'année 2008 :

- site du Jaladis :  $U_{238 \text{ sol.}} = 16,0 \mu\text{g/l}$  soit 0,20 Bq/l  
 $Ra_{226 \text{ sol.}} = 0,09 \text{ Bq/l}$
- site de La Porte :  $U_{238 \text{ sol.}} = 100,0 \mu\text{g/l}$  soit 1,23 Bq/l  
 $Ra_{226 \text{ sol.}} = 0,10 \text{ Bq/l}$

Les écoulements repérés en aval du travers-banc de La Galerie des Biaurottes présentent de faibles concentrations en radioéléments ( $U_{238} = 7,2 \mu\text{g/l}$  soit 0,09 Bq/l et  $Ra_{226} = 0,30 \text{ Bq/l}$ ).

Cependant, l'influence de ces sites (hors site de La Besse) est peu importante sur les cours d'eau récepteurs : en effet, les teneurs en radioéléments mesurées sont, pour l'uranium 238 : comprises entre 1,5 et 4,0 µg/l (soit entre 0,02 et 0,05 Bq/l) et pour le radium 226 : elles ne dépassent pas 0,05 Bq/l.

Les résultats d'analyse effectués sur ces sites et les cours d'eau récepteurs sont présentés dans les tableaux des figures 13, 14 et 15.

#### BASSIN VERSANT DE LA VIMBELLE

Seul le site de **La Bréjade** est susceptible d'impacter les eaux de la Vimbelle, via un talweg (prélèvement BRJ RU) puis le ruisseau de Douyge. Des écoulements ont été repérés en pied de vers (prélèvement BRJ 3 – cf. photographie en annexe 2.13). Ces écoulements pourraient également correspondre à une résurgence minière.

Deux plans d'eau ont été repérés en aval hydraulique du site : le premier est situé sur le ruisseau de Douyge et le second (Plan d'eau de la Chapelle de Bort) est situé sur la Vimbelle.

Les eaux recueillies, en 2008, en pied de vers présentent de concentrations faibles en radioéléments avec : pour l' $U_{238}$  soluble, 2,0 µg/l et (soit 0,02 Bq/l) et pour le  $Ra_{226}$  soluble, 0,08 Bq/l, confirmant les résultats obtenus en 2007 ( $U_{238}$  = 5,0 µg/l (soit 0,06 Bq/l) et  $Ra_{226}$  = 0,03 Bq/l). Les eaux du talweg en aval hydraulique du site montrent des concentrations correspondant à celles du milieu naturel avec  $U_{238}$  = 1,0 µg/l (soit 0,01 Bq/l) et  $Ra_{226}$  < 0,02 Bq/l.

Les résultats d'analyse effectués sur ce site et son cours d'eau récepteur sont présentés dans les tableaux de la figure 16.

#### 7.1.4. Bilan des impacts sur le milieu aquatique

Le contrôle des eaux réalisé en 2008 a porté sur des prélèvements réalisés :

- dans les MCO en eau (Le Boucheron, Le Jaladis et La Porte)
- au niveau des écoulements identifiés en sortie de travers-banc (Galerie des Biaurottes, Le Jacquet)
- au niveau des écoulements identifiés en pied de vers (La Bréjade)
- au niveau des ruisseaux potentiellement impactés en aval hydraulique des sites.

Ces résultats sont synthétisés comme suit ( $U_{238}$  sol. en µg/l et  $Ra_{226}$  sol. en Bq/l) :

Sites	MCO en eau	Écoulements de pied de vers ou en sortie de TB	Ruisseau aval hydraulique
Le Longy	/		7,7 0,11
Les Salles			1,5 0,08
Le Boucheron – FE5NW	5,0 0,06 (pas de surverse)		<1 <0,02
Le Jacquet		1,5 0,08	<1 <0,02
La Vedrenne			1,8 <0,02
Le Châtaignier			1,8 <0,02
Le Peuch			1,5 0,03
Puits Marinié			2,3 0,05
La Besse	(pas d'exutoire pour les TMS)		7,1 <0,02 15,0 <0,02
Le Jaladis	16 0,09	en cas de débordement	4,0 0,05
Galerie des Biaurottes		7,2 0,30	1,5 0,05
La Porte	100 0,10 (pas de surverse)		2,9 <0,02
La Bréjade		2,0 0,08	1,0 <0,02

*Remarque :*

Aucun prélèvement n'a été réalisé sur les sites de :

- Salamanière, du fait qu'il n'y a eu que des travaux de recherche de type sondage,
- La Barrière, en raison de son éloignement par rapport au cours d'eau le plus proche (>500m),
- La Clare, du fait de sa découverte tardive dans les documents d'archives.

En résumé, on peut dire que :

- a) Les eaux des MCO présentent de faibles charges en uranium 238 (< 16 µg/l), à l'exception du site de La Porte (100 µg/l) et en radium 226 (0,05 à 0,19 Bq/l).
- b) Les exutoires identifiés en sortie de TMS (au niveau des travers-bancs) sont limités au site du Jacquet et de la Galerie des Biaurottes où la charge en radioéléments est faible (avec respectivement 1,5 et 7,2 µg/l en U<sub>238</sub> – 0,08 et 0,60 Bq/l en Ra<sub>226</sub>).
- c) Les écoulements situés en pieds de verse, identifiés sur le site de la Bréjade, présentent de faibles concentrations en radioéléments : 2,0 µg/l d'U<sub>238</sub> et 0,08 Bq/l de Ra<sub>226</sub>.
- d) L'impact sur les milieux récepteurs est faible voire négligeable, à l'exception ceux situés en aval des sites suivants qui présente des teneurs en uranium 238 soluble plus élevées :
  - Le Jaladis (4 µg/l) : le ruisseau de la Rochette coule en bordure Est du site,
  - Le Longy (7,7 µg/l) : le ruisseau de la Petite Rebière traverse une partie de la verse à stériles (canalisation) puis longe la verse au Sud.
  - La Besse (7,1 et 15 µg/l) où la proximité du site minier se fait ressortir, notamment sur le ruisseau de la Rochette (15 µg/l). Toutefois, on notera que, plus en aval, l'influence du site tend à diminuer sous l'effet de dilution : le ruisseau de la Rochette présente une concentration de 4 µg/l au niveau du site du Jaladis.

## 7.2. IMPACT SUR LE VECTEUR AIR

### 7.2.1. Voies de contamination de l'air

Les voies d'exposition du vecteur air concernent :

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

## 7.2.2. 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/m<sup>3</sup>. Le principe d'un dosimètre est le même que celui de la photographie. Les particules alpha émises par le radon heurtent le film du dosimètre. Un procédé chimique permet de révéler sur ce film les impacts. Un micro-ordinateur associé à un microscope équipé d'une caméra permet de reconnaître et de compter les traces des particules alpha du radon.
- Un dosimètre qui prélève en continu et mesure l'activité volumique des émetteurs alpha à vie longue contenus dans les poussières (mesure alpha totale à partir d'un filtre), avec un résultat exprimé en mBq/m<sup>3</sup>.

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

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

Les mesures d'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).

En l'absence de point zéro avant exploitation, les références « milieu naturel » seront les suivantes pour :

- le débit de dose : le milieu naturel a été choisi sur la commune de Lussac-Les-Eglises (Haute-Vienne) du fait qu'elle présente un substratum géologique, d'un point de vue radiométrie (autour de 100 chocs/s), comparable aux secteurs concernés par ce bilan de fonctionnement. Le débit de dose moyen est de 100 nGy/h (moyenne 1999 – 2007).
- les EAP Rn<sub>220</sub> et EAP Rn<sub>222</sub> : dans le cadre de ces travaux d'expertise [6], l'Institut de Radioprotection et de Sureté Nucléaire (IRSN) retient, sur la base des données issues de différents rapports, les valeurs suivantes (valeurs maximales des moyennes annuelles pour les stations références « milieu naturel » de la Haute-Vienne) :

Position topographique	EAP Rn <sub>220</sub>	EAP Rn <sub>222</sub>
sommitale	11 nJ/m <sup>3</sup>	43 nJ/m <sup>3</sup>
flanc de coteau	15 nJ/m <sup>3</sup>	145 nJ/m <sup>3</sup>
fond de vallée	17 nJ/m <sup>3</sup>	178 nJ/m <sup>3</sup>

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 ont été applicables sur les sites de la Besse et du Jaladis (1997 – 1999), le Longy (1994 – 2000) et La Porte (1999 – 2001). Concernant le site du Boucheron-FE5NW, l'arrêté préfectoral actant de l'abandon du site et daté du 29/09/1989 ne prescrivait pas de mesures de surveillance de l'air.

### 7.2.3. Résultats de la surveillance de la qualité de l'air

Les résultats sur les différents paramètres mesurés apparaissent dans les tableaux suivants (sur site et dans leur environnement) :

#### SITE DE LA BESSE

	Site (Carreau)			Village de la Besse		
	Position topographique : sommitale			Position topographique : sommitale		
	DD en nGy/h	EAP Rn 220 en nJ/m <sup>3</sup>	EAP Rn 222 en nJ/m <sup>3</sup>	DD en nGy/h	EAP Rn 220 en nJ/m <sup>3</sup>	EAP Rn 222 en nJ/m <sup>3</sup>
1995	240	8	46	150	8	25
1996	210	8	53	120	6	27
1997	240	9	67	150	7	32
1998	240	8	69	140	7	32
1999	250	8	79	150	5	29

#### SITE DU JALADIS

	Site (carreau)			Village du Jaladis		
	Position topographique : fond de vallée			Position topographique : flanc de coteau		
	DD en nGy/h	EAP Rn 220 en nJ/m <sup>3</sup>	EAP Rn 222 en nJ/m <sup>3</sup>	DD en nGy/h	EAP Rn 220 en nJ/m <sup>3</sup>	EAP Rn 222 en nJ/m <sup>3</sup>
1995	210	17	149	150	15	82
1996	190	13	145	160	15	102
1997	230	14	188	200	16	110
1998	200	17	207	200	17	119
1999	240	13	207	210	15	139

## SITE DU LONGY

	Site (carreau) <i>Position topographique : flanc de coteau</i>			Village du Longy <i>Position topographique : flanc de coteau</i>		
	DD en nGy/h	EAP Rn 220 en nJ/m <sup>3</sup>	EAP Rn 222 en nJ/m <sup>3</sup>	DD en nGy/h	EAP Rn 220 en nJ/m <sup>3</sup>	EAP Rn 222 en nJ/m <sup>3</sup>
1994	230	23	63	230	n.s.	23
1995	310	14	38	250	/	/
1996	260	12	53	/	/	/
1997	260	14	48	/	/	/
1998	270	12	56	/	/	/
2000	270	n.s.	50	170	n.s.	25

## SITE DE LA PORTE

	Site (carreau) <i>Position topographique : fond de vallée</i>			Village de La Porte <i>Position topographique : flanc de coteau</i>		
	DD en nGy/h	EAP Rn 220 en nJ/m <sup>3</sup>	EAP Rn 222 en nJ/m <sup>3</sup>	DD en nGy/h	EAP Rn 220 en nJ/m <sup>3</sup>	EAP Rn 222 en nJ/m <sup>3</sup>
1999	190	22	279	/	/	/
2000	210	19	280	180	11	57
2001	180	17	125	155	13	54

## SITE DU BOUCHERON-FE5NW

	Site <i>Position topographique : flanc de coteau</i>		
	DD en nGy/h	EAP Rn 220 en nJ/m <sup>3</sup>	EAP Rn 222 en nJ/m <sup>3</sup>
1988	300	/	159
1989	320	/	92

Ces résultats peuvent être comparés aux valeurs représentatives du milieu naturel (station de Lussac-Les-Eglises – assimilable à une position sommitale) et aux valeurs retenues par l'IRSN :

	Lussac- Les-Eglises  DD en nGy/h	IRSN					
		EAP Rn 220 en nJ/m <sup>3</sup>			EAP Rn 222 en nJ/m <sup>3</sup>		
		sommitale	flanc de coteau	fond de vallée	sommitale	flanc de coteau	fond de vallée
1999	110	11	15	17	43	145	178
2000	110						
2001	110						
2002	100						
2003	100						
2004	110						
2005	100						
2006	90						
2007	80						
moyenne	100						

### 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 le limite de détection (1 mBq.m<sup>-3</sup> jusqu'en 2001). La contamination de l'air par les poussières radioactives issues des anciens sites miniers est aujourd'hui nulle.

Il apparait que :

- les débits de dose de rayonnement gamma dans les villages proches des sites miniers (villages du Longy, de la Besse, du Jaladis et de La Porte) sont plus élevés que ceux enregistrés à Lussac-Les-Eglises.
- la présence de remblai minier contribue logiquement à des débits de dose logiquement plus élevés sur sites (1,5 à 2 fois le fond naturel).
- la position topographique des sites et villages influence les mesures EAP radon 220 et 222. Ce constat a été clairement souligné dans le cadre des travaux d'expertise [6] menés par l'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. Ainsi, les sites en fond de vallée présentent des valeurs plus élevées (exemple : La Porte (fond de vallée – moyenne 1999-2001) : EAP Rn<sub>222</sub> = 228 nJ/m<sup>3</sup> et Le Longy (position sommitale – moyenne 1997-2000) : EAP Rn<sub>222</sub> = 51 nJ/m<sup>3</sup>).

## 8. EVALUATION DE LA DOSE EFFICACE AJOUTEE

### 8.1. 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.

### 8.2. RISQUES RADIOLOGIQUES

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

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

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

Seuls les risques stochastiques sont 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.

### 8.3. LA NOTION DE DOSE EFFICACE

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

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

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

avec  $H_T$  = dose équivalente reçue par le tissu T (en Sv)  
 $D_{T,R}$  = dose absorbée moyenne due au rayonnement R et reçue par le tissu T (en Gy)  
 $W_R$  = facteur de qualité pour le rayonnement R (en Sv/Gy).

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

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

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

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

avec  $E$  = dose efficace corps entier (en Sv)  
 $H_T$  = dose équivalente reçue par le tissu T (en Sv)  
 $W_T$  = coefficient de pondération pour le tissu T (sans unité)

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.

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

### 8.4.1. 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.

### 8.4.2. Détermination des groupes de référence

La détermination de groupes de référence associés aux sites miniers peut être établie à partir d'une méthodologie, initialement proposée par COGEMA, validée dans ses grandes lignes par l'IRSN [9] et améliorée au fur et à mesure des recommandations exprimées par l'IRSN [6] ou le Groupe d'Expertise des Mines du Limousin. Cette méthodologie est détaillée dans l'annexe 6. Cette démarche consiste, après recensement de la totalité des zones habitées dans un rayon de 1 km autour du site, à les classer à partir des notes attribuées à plusieurs critères liés aux risques d'exposition (importance du site, aval vent ou hydraulique, position topographique, ...). Les (ou la) zones ayant l'indice d'exposition (somme des notes attribuées à chaque critère) le plus élevé sont considérées comme groupe de référence.

Le dispositif de qualité de l'air et les prélèvements de chaîne alimentaire sont alors effectués dans chacun des groupes de références ainsi définis.

Cette démarche n'a pas été systématiquement appliquée pour les sites miniers corréziens en raison :

- d'instruction administrative de cessation d'activité le plus souvent antérieures à la mise en place de la méthodologie (2001).
- d'une méthodologie, à l'origine, principalement applicable aux sites de stockage de résidus du traitement.

Elle n'a pas été appliquée dans le cadre de ce bilan de fonctionnement en raison :

- de l'importance toute relative des sites au regard des autres secteurs miniers uranifères où la méthode a été appliquée (Division Minière de la Crouzille (Haute-Vienne)), Division minière de Vendée, Forez) :

Surface de sites	Pourcentage de sites corréziens	Pourcentage de sites pour la Division Minière de la Crouzille
inférieure à 1 ha	44 %	5%
entre 1 et 5 ha	19 %	15%
entre 5 et 10 ha	25 %	25%
entre 10 et 20 ha	6 %	30%
supérieure à 20 ha	6 %	25%

- de l'absence de données suffisantes pour la qualité radiologique de l'air et de la chaîne alimentaire.

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, professionnelles (exemple : Le Boucheron) ou agricoles (exemple : La Porte).

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 l'annexe 6.

#### 8.4.3. Calcul de la dose efficace annuelle ajoutée

Ce calcul sera appliqué pour les sites disposant d'une chronique de mesures de la qualité de l'air (Le Longy, La Besse, Le Jaladis, La Porte et Le Boucheron). Aucune mesure sur la chaîne alimentaire n'a été effectuée autour de ces sites.

La dose efficace ajoutée du fait des anciennes activités minières est calculée à partir des scénarii d'exposition présentée dans l'annexe 6 et des mesures réalisées dans l'environnement des cinq 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'affranchit des variations du facteur d'équilibre au cours de l'année). Le radon naturel issu du sous-sol ou des murs n'est évidemment pas pris en compte.

## PASSAGE A LA DOSE EFFICACE AJOUTEE

Les coefficients de doses présentés dans l'annexe 6 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.

*Pour l'exposition externe ( $E_1$ )*

$E_1$  = 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 ( $E_2$ ) et 220 ( $E_3$ )*

$E_{2(3)}$  = Coefficient de dose (en mSv/nJ.m<sup>3</sup>.h) × temps de présence (en h) × EAP ajoutée au milieu naturel (en nJ/m<sup>3</sup>) × débit d'inhalation (en m<sup>3</sup>/h) ×  $10^{-6}$

*Pour l'ingestion de la chaîne alimentaire ( $E_{ij}$ )*

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

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

$$E_{\text{tot}} = E_1 + E_2 + E_3 + \sum E_{ij}$$

## RÉSULTATS

Référence milieu naturel :

Débit de dose : Lussac-Les-Eglises (moyenne 1999-2007) : 100 nGy/h

EAP Rn<sub>220</sub> et Rn<sub>222</sub> : valeurs de référence IRSN mentionné au paragraphe 7.2.3

Les activités ajoutées résultant des mesures réalisées et présentées dans le paragraphe 7.2.3 apparaissent dans les tableaux suivants :

⇒ Site de La Besse :

	Site (Carreau) Position topographique : sommitale			Village de la Besse Position topographique : sommitale		
	$E_1$ (en nGy.h <sup>-1</sup> )	$E_2$ (en nJ.m <sup>-3</sup> )	$E_3$ (en nJ.m <sup>-3</sup> )	$E_1$ (en nGy.h <sup>-1</sup> )	$E_2$ (en nJ.m <sup>-3</sup> )	$E_3$ (en nJ.m <sup>-3</sup> )
1995	140	0	3	50	0	0
1996	110	0	10	20	0	0
1997	140	0	24	50	0	0
1998	140	0	26	40	0	0
1999	150	0	36	50	0	0

⇒ Site du Jaladis :

	Site (carreau) <i>Position topographique : fond de vallée</i>			Village du Jaladis <i>Position topographique : flanc de coteau</i>		
	$E_1$ (en nGy.h <sup>-1</sup> )	$E_2$ (en nJ.m <sup>-3</sup> )	$E_3$ (en nJ.m <sup>-3</sup> )	$E_1$ (en nGy.h <sup>-1</sup> )	$E_2$ (en nJ.m <sup>-3</sup> )	$E_3$ (en nJ.m <sup>-3</sup> )
1995	110	0	0	50	0	0
1996	90	0	0	60	0	0
1997	130	0	10	100	1	0
1998	100	0	29	100	2	0
1999	140	0	29	110	0	0

⇒ Site du Longy :

	Site (carreau) <i>Position topographique : sommitale</i>			Village du Longy <i>Position topographique : sommitale</i>		
	$E_1$ (en nGy.h <sup>-1</sup> )	$E_2$ (en nJ.m <sup>-3</sup> )	$E_3$ (en nJ.m <sup>-3</sup> )	$E_1$ (en nGy.h <sup>-1</sup> )	$E_2$ (en nJ.m <sup>-3</sup> )	$E_3$ (en nJ.m <sup>-3</sup> )
1994	130	12	20	130	n.s.	0
1995	210	3	0	150	/	/
1996	160	1	10	/	/	/
1997	160	3	5	/	/	/
1998	170	1	13	/	/	/
2000	170	n.s.	7	70	n.s.	0

⇒ Site de La Porte :

	Site (carreau) <i>Position topographique : fond de vallée</i>			Village de La Porte <i>Position topographique : sommitale</i>		
	$E_1$ (en nGy.h <sup>-1</sup> )	$E_2$ (en nJ.m <sup>-3</sup> )	$E_3$ (en nJ.m <sup>-3</sup> )	$E_1$ (en nGy.h <sup>-1</sup> )	$E_2$ (en nJ.m <sup>-3</sup> )	$E_3$ (en nJ.m <sup>-3</sup> )
1999	90	5	101	/	/	/
2000	110	2	102	80	0	14
2001	80	0	0	55	2	11

⇒ Site du Boucheron :

	Site <i>Position topographique : flanc de coteau</i>		
	DD en nGy/h	EAP Rn 220 en nJ/m <sup>3</sup>	EAP Rn 222 en nJ/m <sup>3</sup>
1988	200	/	14
1989	220	/	0

Le calcul des doses efficaces ajoutées au milieu naturel sont réalisées pour les scénarii présentés dans l'annexe 6.

**Scénario 1 :** Enfant de 2 à 7 ans résidant sous influence du site (6800 h + 860 h), scolarisé hors influence du site (1000 h) et susceptible de se promener en bordure ou sur le site (100 h) (calcul applicable pour les sites précédents à l'exception du Boucheron).

Sites	Années	Résidant sous influence du site (6800 h + 860h) (mSv.an <sup>-1</sup> )	Promenade sur ou en bordure du site (100 h) (mSv.an <sup>-1</sup> )	DEAA (mSv.an <sup>-1</sup> )
La Besse	1995	0,04	0,01	0,05
	1996	0,02	0,01	0,03
	1997	0,04	0,02	0,06
	1998	0,03	0,02	0,05
	1999	0,04	0,01	0,05
Le Jaladis	1995	0,04	0,01	0,05
	1996	0,05	0,01	0,06
	1997	0,09	0,01	0,10
	1998	0,09	0,01	0,10
	1999	0,09	0,02	0,11
Le Longy	2000	0,06	0,02	0,08
La Porte	2000	0,07	0,02	0,09
	2001	0,05	0,01	0,06

**Scénario 2 :** Adulte de plus de 60 ans (retraité) résidant sous influence du site (7300 h + 1360 h) et susceptible de se promener en bordure ou sur le site (100 h) (calcul applicable pour les sites précédents à l'exception du Boucheron).

Sites	Années	Résidant sous influence du site (7300 h + 1360h) (mSv.an <sup>-1</sup> )	Promenade sur ou en bordure du site (100 h) (mSv.an <sup>-1</sup> )	DEAA (mSv.an <sup>-1</sup> )
La Besse	1995	0,07	0,01	0,08
	1996	0,03	0,01	0,04
	1997	0,07	0,02	0,09
	1998	0,05	0,02	0,07
	1999	0,07	0,02	0,09
Le Jaladis	1995	0,07	0,01	0,08
	1996	0,08	0,01	0,09
	1997	0,14	0,01	0,15
	1998	0,14	0,01	0,15
	1999	0,15	0,02	0,17
Le Longy	2000	0,10	0,02	0,12
La Porte	2000	0,11	0,02	0,13
	2001	0,07	0,01	0,08

Scénario 3 : Adulte de 17 à 60 ans résidant sous influence du site et séjournant en bordure ou sur le site dans le cadre d'une activité de loisirs ou agricole (400 h) (calcul applicable pour les sites précédents à l'exception du Boucheron).

Sites	Années	DEAA (mSv.an <sup>-1</sup> )
La Besse	1995	0,06
	1996	0,05
	1997	0,07
	1998	0,07
	1999	0,08
Le Jaladis	1995	0,04
	1996	0,04
	1997	0,06
	1998	0,05
	1999	0,07
Le Longy	2000	0,07
La Porte	2000	0,09
	2001	0,03

Scénario 4 : Adulte de 17 à 60 ans résidant sous influence du site (5400 h + 760 h), travaillant dans une zone d'activité sur le site (2500 h – exemple : travail agricole) et susceptible de se promener en bordure ou sur le site (100 h), (calcul applicable pour les sites précédents à l'exception du Boucheron).

Sites	Années	Résidant sous influence du site (5400 h + 760h) (mSv.an <sup>-1</sup> )	Travail sur site (2500 h en extérieur) (mSv.an <sup>-1</sup> )	Promenade sur ou en bordure du site (100 h) (mSv.an <sup>-1</sup> )	DEAA (mSv.an <sup>-1</sup> )
La Besse	1995	0,04	0,36	0,01	0,41
	1996	0,02	0,30	0,01	0,33
	1997	0,04	0,42	0,02	0,48
	1998	0,03	0,42	0,02	0,47
	1999	0,04	0,47	0,02	0,53
Le Jaladis	1995	0,04	0,28	0,01	0,33
	1996	0,05	0,23	0,01	0,29
	1997	0,08	0,35	0,01	0,43
	1998	0,08	0,33	0,01	0,42
	1999	0,08	0,43	0,02	0,53
Le Longy	2000	0,05	0,43	0,02	0,50
La Porte	2000	0,06	0,56	0,02	0,64
	2001	0,04	0,20	0,01	0,25

Scénario particulier pour le site du Boucheron :

Le site du Boucheron appartient depuis 1989 à un carrière qui en exploite les stériles. Un calcul de la dose efficace annuelle ajoutée a été effectué sur la base de 2080 h de travail (soit 40 h par semaine) en extérieur sur le site. Les résultats sont :

- pour 1988 : DEAA = 0,48 mS/an
- pour 1989 : DEAA = 0,53 mS/an

Il apparaît donc que l'impact dosimétrique est acceptable au sens de la réglementation sur l'ensemble des sites précédemment cités.

D'une manière générale, pour les scénarios 1 et 2 correspondant à des scénarios de vie classiques, les valeurs les plus élevées correspondent à des villages situés à flanc de coteau et dont les sites miniers sont localisés en fond de vallée, à savoir les sites du Jaladis et de La Porte :

- |                |            |                                 |
|----------------|------------|---------------------------------|
| – Le Jaladis : | scénario 1 | DEAA = entre 0,05 et 0,11 mS/an |
|                | scénario 2 | DEAA = entre 0,06 et 0,09 mS/an |
| – La Porte :   | scénario 1 | DEAA = entre 0,08 et 0,17 mS/an |
|                | scénario 2 | DEAA = entre 0,08 et 0,13 mS/an |

Ces valeurs résultent d'une position topographique défavorable, où le radon s'accumule en fond de vallée notamment pour les sites miniers, et dans une moindre mesure, pour les villages de référence situés à flanc de coteau.

Concernant le scénario 4, le travail sur site représente entre 80 et 90 % de la dose reçue. Toutefois, ces valeurs sont à nuancer pour les sites du Longy et du Jaladis. En effet, le premier est entièrement clôturé et recouvert de friches rendant de tels travaux non envisageable actuellement et le second ne présente pas de secteurs pouvant être voués à travaux agricoles de longue durée.

## 9. MESURES PRISES POUR REDUIRE LES IMPACTS

### 9.1. 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 principalement, pour origine les stériles miniers qu'ils soient stockés sur les sites mêmes ou réutilisés dans le domaine public.

*Remarque :* Il n'existe pas de stockage de résidus de traitements du minerai sur le département de la Corrèze.

Les travaux de réaménagement ont eu pour objet la sécurité des personnes et de l'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.

Les mesures pour limiter les impacts sur le vecteur air ont consisté, pour certains sites réaménagés après 1980 (soit au début des procédures de déclaration d'abandon ou de délaissement des sites miniers), 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. 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 Longy	43 500 m <sup>2</sup>	10 × 10 m	100	1250	300
La Porte	24 500 m <sup>2</sup>	10 × 10 m	110	550	220

Pour les sites de la Besse et du Jaladis, pour lesquels le réaménagement a été effectué après 1980, il n'existe pas de plan compteur dans les dossiers d'arrêt définitif des travaux : seul un zonage du site (du carreau pour La Besse) a été fourni, mettant en évidence que :

- la majorité de la surface du site présente des valeurs inférieures à 500 chocs/s SPP2,
- quelques zones de faibles amplitudes (au maximum quelques centaines de m<sup>2</sup>) montrent des valeurs supérieures à 800 chocs/s SPP2.

Pour les sites arrêtés et mis en sécurité avant 1980, aucune information n'est disponible. Un balayage radiométrique aléatoire a été réalisé lors des campagnes de repérage au printemps 2008. Les résultats sont présentés dans le paragraphe 4.4.

S'agissant de la dispersion des stériles miniers dans le domaine public, des cessons de stériles ont été réalisés, pendant l'exploitation et dans le cadre d'une politique de bon voisinage, sur les sites de La Besse et du Jaladis, en vue de la réfection de chemins environnants.

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.

Concernant le site du Boucheron, l'exploitation des stériles a été autorisée par arrêté préfectoral du 06/10/1989 au profit du carrier propriétaire actuel du site (cf. paragraphe 5.1.1).

## 9.2. 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 percolé au travers de remblais miniers. La résurgence de ces eaux constitue donc potentiellement une source de contamination pour l'environnement. En application de la réglementation, les exploitants ont donc aménagé des exutoires afin d'y exercer une surveillance et si nécessaire des traitements (dans des stations aménagées à cet effet) visant à restituer à l'environnement une eau dont les caractéristiques sont conformes aux exigences réglementaires.

*Remarque :* Sur les sites de Corrèze, aucune MCO ne possède de surverse, hormis celle du Jaladis, pour laquelle, une surverse avait été mise en place uniquement en cas de débordement. Les travaux miniers souterrains de grande taille (exemple : La Besse, La Bréjade) ne possèdent pas d'exutoires à proprement parler.

Le traitement des eaux par les exploitants miniers uranifères a été initié en 1977 avec une généralisation d'un procédé physico-chimique avec :

- élimination du radium 226 par précipitation d'un sel double de sulfate de baryum et radium, après ajout de chlorure de baryum en présence d'ions sulfates ;
- ajustement du pH à l'aide de soude ;
- élimination de l'uranium 238 par précipité d'oxydes de fer (ou d'aluminium), après ajout de chloro-sulfate complexe de fer (ou de sulfates d'alumine) ;
- utilisation éventuelle de flocculants pour faciliter la décantation dans un ou plusieurs bassins.

Ce procédé, utilisé (totalement ou pour partie selon les radionucléides à éliminer) a été mis en œuvre, pendant l'exploitation sur les sites de :

- Le Longy : deux bassins de décantation (sans information sur les éventuels traitements),
- La Besse : traitement des eaux d'exhaure par simple floculation (avec FO9290 de FLOERGER) – deux bassins de décantation (1520 et 1640 m<sup>3</sup>).
- Le Jaladis : deux bassins de décantation (sans information sur les éventuels traitements),
- La Porte : deux bassins de décantation (sans information sur les éventuels traitements),
- Le Boucheron : deux bassins de décantation en série – pas de traitement pour le radium et l'uranium,
- Le Châtaignier : passage des eaux par bassins de décantation (sans information sur les éventuels traitements).

Avant 1977, le traitement appliqué était limité à une simple décantation des eaux d'exhaure dans un ou plusieurs bassins. L'absence d'information sur les petits sites exploités avant 1970 ne permettent pas d'affirmer la généralisation de cette pratique.

Après réaménagement, l'absence de surverse des plans d'eau (hormis celui du Jaladis possédant un exutoire en cas de débordement) et l'absence d'exutoire pour travaux miniers souterrains, a permis de s'affranchir de tout traitement physico-chimique sur l'ensemble des sites miniers uranifères corréziens. En cas de rejet par les plans d'eau des anciennes mines à ciel ouvert, la campagne de prélèvements réalisée en 2008 permet de valider cette décision pour les eaux issues des fosses avec des valeurs maximum enregistrées au site de La Porte :

- pour l'uranium 238 de 100 µg/l,
- pour le radium 226 de 0,10 Bq/l.

## 10. MESURES ENVISAGEES POUR AMELIORER LA CONNAISSANCE DES IMPACTS

L'analyse environnementale issue de la recherche documentaire, des investigations de terrain, des mesures de débits de dose sur sites et dans leur environnement, et les analyses récentes sur le compartiment aquatique ont mis en évidence :

- l'absence de surverse au niveau des fosses en eau, hormis pour le site du Jaladis où un exutoire a été aménagé en cas de débordement. On notera que l'eau de la fosse du Longy s'infiltré dans le remblai puis dans la verse à stériles.  
Si toutefois, les fosses venaient à déborder, les rejets présenteraient des concentrations en radionucléides ( $U_{238}$  maxi = 100 µg/l et  $Ra_{226}$  maxi = 0,10 Bq/l mesurées sur les eaux des fosses) largement sous les seuils fixés par la réglementation en particulier ceux mentionnés par le décret n°90-222 qui constitue la seconde partie relative à la protection de l'environnement, du titre Rayonnements ionisants du Règlement Général des Industries Extractives.
- la présence d'écoulements de pieds de verse ou en sortie de travers-banc (sites de La Bréjade, du Jacquet et de la Galerie des Biaurottes.
- l'absence d'exutoire au niveau des travaux miniers souterrains, en particulier sur le site de La Besse.
- un impact très limité sur les cours d'eau récepteurs ( $U_{238}$  maxi = 15 µg/l (aval du site de La Besse sur le ruisseau de la Rochette) et  $Ra_{226}$  maxi = 0,11 Bq/l (aval du site du Longy sur le ruisseau de la Petite Rebière), mesurable sur les ruisseaux à faible débit.
- un impact dosimétrique acceptable au sens de la réglementation pour les sites de La Besse, du Jaladis, du Longy et de La Porte.
- une mise en sécurité des ouvrages miniers pérennes avec quelques fontis identifiés et liés plus à un tassement des remblayages qu'à des affaissements du bâti minier,
- l'absence de couverture radiométrique sur les sites les plus anciens et d'information sur les pratiques en matière de cession de stériles miniers aux particuliers et aux collectivités.

Les actions qu'AREVA NC se propose de mettre en œuvre porteront en premier lieu sur une amélioration des connaissances du niveau de réaménagement des sites miniers réaménagés avant 1980 (absence de couverture radiométrique) par la réalisation de plans compteurs à maille adapté (20×20 m pour des sites à débits de dose homogènes, 10×10 m pour les secteurs à débits de dose plus contrastés). Les sites concernés sont, sauf si les recherches documentaires permettent de retrouver un plan compteur après réaménagement :

- |                            |                                    |
|----------------------------|------------------------------------|
| - Les Salles : 0,04 ha     | - Puits Marinié : 0,01 ha          |
| - FE5NW : 1 ha             | - Galerie des Biaurottes : 0,07 ha |
| - Le Jacquet : 1,2 ha      | - La Bréjade : 1,38 ha             |
| - La Barrière : 0,07 ha    | - Le Peuch : 0,03 ha               |
| - La Vedrenne : 1,12 ha    | - La Clare : 0,03 ha               |
| - Le Châtaignier : 5,78 ha |                                    |

*Remarque :* Aucune investigation complémentaire (plan compteur) ne portera sur le site de Salamanière du fait qu'il n'y a eu que des travaux de recherche et de reconnaissance de type sondages sur le site.

Cette investigation radiométrique sera étendue en périphérie de tous les sites sur les chemins et plateformes afin d'identifier les lieux à réutilisation de stériles miniers dans le domaine public. Des actions correctives pourront être éventuellement engagées sur la base de seuils à fixer en concertation avec l'administration et en conformité avec la réglementation en vigueur.

Concernant le site du Boucheron, l'exploitation des stériles ayant été autorisée par arrêté préfectoral (AP d'autorisation du 06/10/1989) au profit du carrier propriétaire actuel du site, une demande de renouvellement est actuellement en cours d'instruction.

AREVA NC propose également un complément de remblaiement des fontis miniers mis en évidence lors de la campagne d'investigation de 2008. Ces travaux pourraient être menés en parallèle de ceux jugés souhaitables à l'issue des nouvelles campagnes d'investigation radiométrique.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Antoine PAUCARD et ses amis, *La mine et les mineurs de l'uranium français*, Tome IV, Volume I, 2007.
- [2] Bibliothèque des Sciences et Techniques Nucléaires – Marcel ROUBAULT, *Les minerais uranifères français*, Tome III, premier volume, 1964.
- [3] DIREN et Conseil Régional du Limousin, *Recueil de données : l'environnement en Limousin*, 1999.
- [4] Hydro Banque - <http://www.hydro.eaufrance.fr/>
- [5] IRSN – DEI/SARG/2007-042, *Expertise globale du bilan décennal environnemental d'AREVA NC, 2ème partie : impact environnemental à l'échelle des bassins versants et évaluation de la surveillance*, 2007.
- [6] IRSN – DPRE/SERGD/01-53, *Méthode d'évaluation de l'impact des sites de stockage de résidus de traitement de minerais d'uranium*, novembre 2001.