

**SOCIETE DES MINES D'ORBAGNOUX**

**Demande d'Autorisation Environnementale  
pour l'ouverture de travaux miniers d'extraction de calcaire bitumineux**

*au titre du Code de l'Environnement et du Code Minier*

**TOME 2 : MEMOIRE TECHNIQUE**

***Concession de mines de calcaires  
bitumineux d'Orbagnoux***

*Commune de Corbonod (01)*

**Rapport n° R22031103 – T2 – V1**

**Juillet 2024**



# SOCIETE DES MINES D'ORBAGNOUX

## **Demande d'Autorisation Environnementale pour l'ouverture de travaux miniers d'extraction de calcaire bitumineux**

*au titre du Code de l'Environnement et du Code Minier*

## **TOME 2 : MEMOIRE TECHNIQUE**

### ***Concession de mines de calcaires bitumineux d'Orbagnoux***

*Commune de Corbonod (01)*

**Rapport n° R22031103 – T2 - V1**

**Septembre 2023**



Rédacteur(s)	Date	Relacteur	Date	Valideur	Date
Nathan BLONDIN	22//04/2023	Michaël LALOUA	27/04/2023	Michaël LALOUA	17/07/2024

e-mail : [geo.plus.environnement@orange.fr](mailto:geo.plus.environnement@orange.fr)

SARL au capital de 120 000 euros - RCS : Toulouse 435 114 129 - Code NAF : 7112B

<u>Siège social et Agence Sud</u>	Le Château	31 290 GARDOUCH	Tél : 05 34 66 43 42 / Fax : 05 61 81 62 80
<u>Agence Centre et Nord</u>	2 rue Joseph Leber	45 530 VITRY-AUX-LOGES	Tél : 02 38 59 37 19 / Fax : 02 38 59 38 14
<u>Agence Ouest</u>	5 rue de la Rôme	49 123 CHAMPTOCE SUR LOIRE	Tél : 02 41 34 35 82 / Fax : 02 41 34 37 95
<u>Agence Sud-Est</u>	1175 route de Margès	26 380 PEYRINS	Tél : 04 75 72 80 00 / Fax : 04 75 72 80 05
<u>Agence Est</u>	7 Rue du Breuil	88 200 REMIREMONT	Tél : 03 29 22 12 68 / Fax : 09 70 06 74 23

Site Internet : [www.geoplusenvironnement.com](http://www.geoplusenvironnement.com)

## PREAMBULE

La **Société des Mines d'Orbagnoux** est titulaire de la **Concession d'Orbagnoux, dite « Concession de mines de calcaires bitumineux d'Orbagnoux »**, valide jusqu'au 31/12/2043 sur le territoire de la commune de Corbonod (01).

La mine d'Orbagnoux est une exploitation souterraine, réalisée par la technique des chambres montantes avec piliers. Les installations au jour comportent le hangar de stockage du minerai associé à l'usine de traitement, la plateforme de transit des résidus de traitement calcaires, l'atelier (ou hangar à engins), la poudrière, les locaux sociaux et les facilités associées.

Les installations extérieures sont autorisées par l'Arrêté Préfectoral du 4 juillet 1978.

La Société des Mines d'Orbagnoux (SMO) a été autorisée par l'Arrêté Préfectoral du 08 février 2007, modifié par l'Arrêté Préfectoral du 25 novembre 2015, à procéder à des travaux de recherche et d'exploitation à l'intérieur du périmètre de la concession d'Orbagnoux, notamment sur le panneau Nord 450. Ces travaux incluent :

- Les chambres montantes 15 à 18 ;
- Le montage 21 ;
- Les sous-niveaux 465 et 480 ;
- Les travaux de recherche dans le prolongement de la galerie de base au niveau 450, sur une longueur limitée à 150 m depuis le montage 21.

Les chambres 15 à 19 ont été entièrement exploitées. Les travaux de recherche mentionnés dans l'arrêté du 25/11/2015 ont été réalisés : la galerie de reconnaissance a ainsi été étendue sur une longueur de 123 m (montage 21 inclus), et 150 m en 2023. La galerie permet ainsi de se projeter sur l'exploitation du gisement à partir des chambres montantes 21 à 33. De plus, afin de continuer la reconnaissance du gisement, il est également demandé l'autorisation de prolonger cette galerie sur 10 mètres supplémentaires, ce qui correspondrait à une longueur totale de 160 m au lieu des 150 m actuellement autorisés depuis le montage 21.

Par ailleurs, une demande de Déclaration d'Ouverture de Travaux Miniers (DOTM) a été déposée en Préfecture de l'Ain en mars 2023, pour la réalisation d'une galerie de reconnaissance à la cote 475 m NGF depuis la chambre 21, sur une longueur de 64 m, en 2023/2024.

Le présent dossier concerne une **Demande d'Autorisation Environnementale (DAE)** au titre du Code de l'Environnement et incluant la Demande d'Autorisation d'Ouverture de Travaux Miniers (DAOTM) au titre du Code Minier, en vue de **poursuivre et développer** les activités d'extraction de calcaires bitumineux de la Concession d'Orbagnoux.

Il inclut la mise à jour de l'autorisation de l'usine, avec les rubriques des nomenclatures ICPE et IOTA actuelles.

Ces travaux sont demandés en autorisation jusqu'au 31 décembre 2043 (date de fin de la concession).

**Ce document constitue le Tome 2 : Mémoire Technique de la présente demande.**

# SOMMAIRE

<b>1. Données de base sur le projet .....</b>	<b>5</b>
1.1. Objectif de ce dossier .....	5
1.2. Gisement des calcaires bitumineux .....	9
1.3. Production envisagée .....	16
1.4. Périmètre de demande et accès .....	16
<b>2. Etat des lieux des installations extérieures actuelles .....</b>	<b>20</b>
2.1. Les bâtiments .....	20
2.2. Activités .....	22
<b>3. Description de l'activité minière actuelle et projetée .....</b>	<b>32</b>
3.1. Méthode d'exploitation .....	32
3.2. Phasage du projet minier .....	36
3.3. Aérage .....	36
3.4. Eaux d'exhaure.....	40
3.5. Tirs de mine.....	40
3.6. Marinage du minerai.....	41
3.1. Horaires et période de fonctionnement.....	41
<b>4. Projet de remise en état en fin d'exploitation .....</b>	<b>43</b>
4.1. Actions en souterrain.....	43
4.2. Actions au jour.....	43
<b>5. Calcul des garanties financières.....</b>	<b>48</b>
5.1. Fondement réglementaire .....	48
5.2. Montant des garanties et modalités de constitution.....	48
<b>6. Tableau récapitulatif des données chiffrées essentielles du projet.....</b>	<b>52</b>

## FIGURES

Figure 1 :	Plan de localisation du site	6
Figure 2 :	Plan de situation de la mine et des installations extérieures	7
Figure 3 :	Localisation du projet et des ouvrages BSS à proximité sur fond de carte géologique au 1/50 000	10
Figure 4 :	Accès au site et à la mine	18
Figure 5 :	Procédé de traitement du minerai	23
Figure 6 :	Prises de vues des activités en extérieur : déchargement, terril et décantion	30
Figure 7 :	Zoom sur l'activité projetée	33
Figure 8 :	Principe d'exploitation des chambres montantes avec vues en coupe de la mine	34
Figure 9 :	Schéma de l'aérage projeté de la mine	38
Figure 10 :	Photographies des dispositifs d'aérage	39
Figure 11 :	Exemple de plan de tir	42
Figure 12 :	Principe et conditions de manipulation et de régalage des terres végétales	46
Figure 13 :	Plan du projet de remise en état	47

## ANNEXES

Annexe 1 :	Bilan de conformité rubrique 4220
Annexe 2 :	Planches quinquennales du phasage d'évacuation des résidus
Annexe 3 :	Bordereau d'acceptation des déchets en cimenterie
Annexe 4 :	Plan de gestion des déchets de l'industrie extractive
Annexe 5 :	Etude géotechnique pour la conception des chambres d'exploitation
Annexe 6 :	Note géotechnique pour la conception des chambres d'exploitation
Annexe 7 :	Etude d'aérage
Annexe 8 :	Circulaire du 9 mai 2012 – Garanties financières 2720

# 1. DONNEES DE BASE SUR LE PROJET

Ce tome décrit le gisement sous son aspect de **matière première** et les caractéristiques physico-chimiques du matériau extrait.

La concession de mines de calcaires bitumineux d'Orbagnoux est localisée sur la commune de Corbonod (01). La commune de Corbonod est située à environ 72 km au Nord-Est de la ville de Lyon et à environ 33 km au Sud-Ouest de Genève. Elle couvre un territoire de 3 159 ha et a pour coordonnées géographiques (Mairie) : X : 917 580 / Y : 6544970 (Lambert 93). Elle fait partie de l'Etablissement Public de Coopération Intercommunale (EPCI) « Communauté de Communes Usse et Rhône ».

Le siège et l'usine sont situées au lieu-dit Orbagnoux, sur la partie Nord-Est de la concession, aux coordonnées Lambert 93 : X : 916026 / Y : 6547405.

## 1.1. OBJECTIF DE CE DOSSIER

L'objet de ce dossier est de poursuivre, optimiser et étendre l'activité d'extraction de la **mine d'Orbagnoux**, exploitée par la Société des Mines d'Orbagnoux sur la commune de Corbonod (Cf. *Figure 1*). Il a également pour objectif de mettre à jour l'autorisation de la partie usine, autorisée par l'Arrêté Préfectoral du 4 juillet 1978.

Les principales surfaces concernées par le projet sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Surface des parties extérieures autorisées (usine)*	4 ha 55 a 97 ca
Surface des travaux miniers actuels autorisés (hors galerie 475)	6 ha 21 a 81 ca
Surface des travaux miniers demandés en extension	00 ha 76 a 49 ca
Surface totale demandée en autorisation (mine + usine)	11 ha 54 a 27 ca

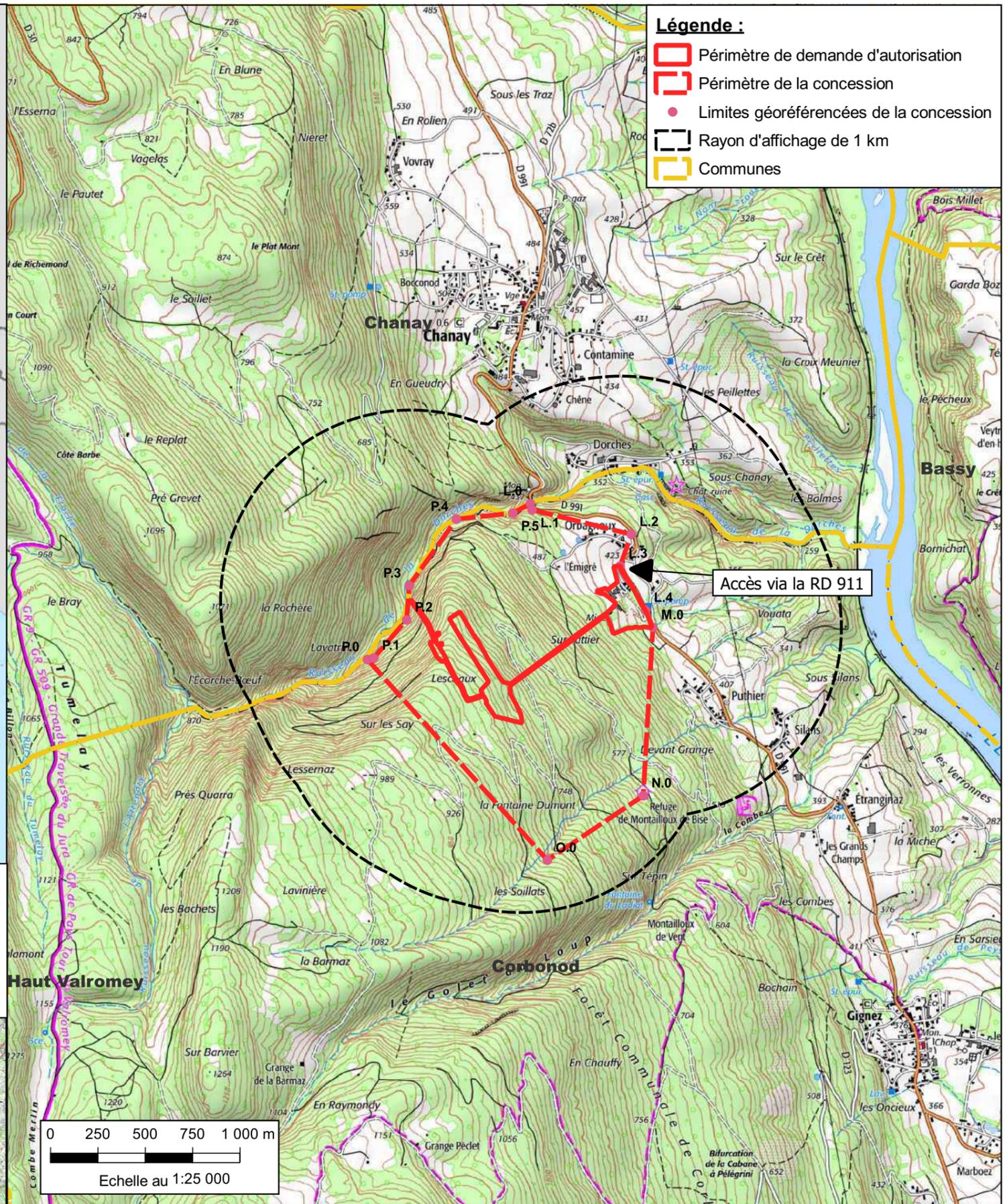
\*Surface correspondant aux parcelles cadastrales

Ce dossier de demande d'autorisation environnementale et d'ouverture de travaux miniers concerne donc **11 ha 54 a 27 ca**, dont environ 4 ha 55 a 97 ca de surface extérieure à la mine, pour une durée de 20 ans.

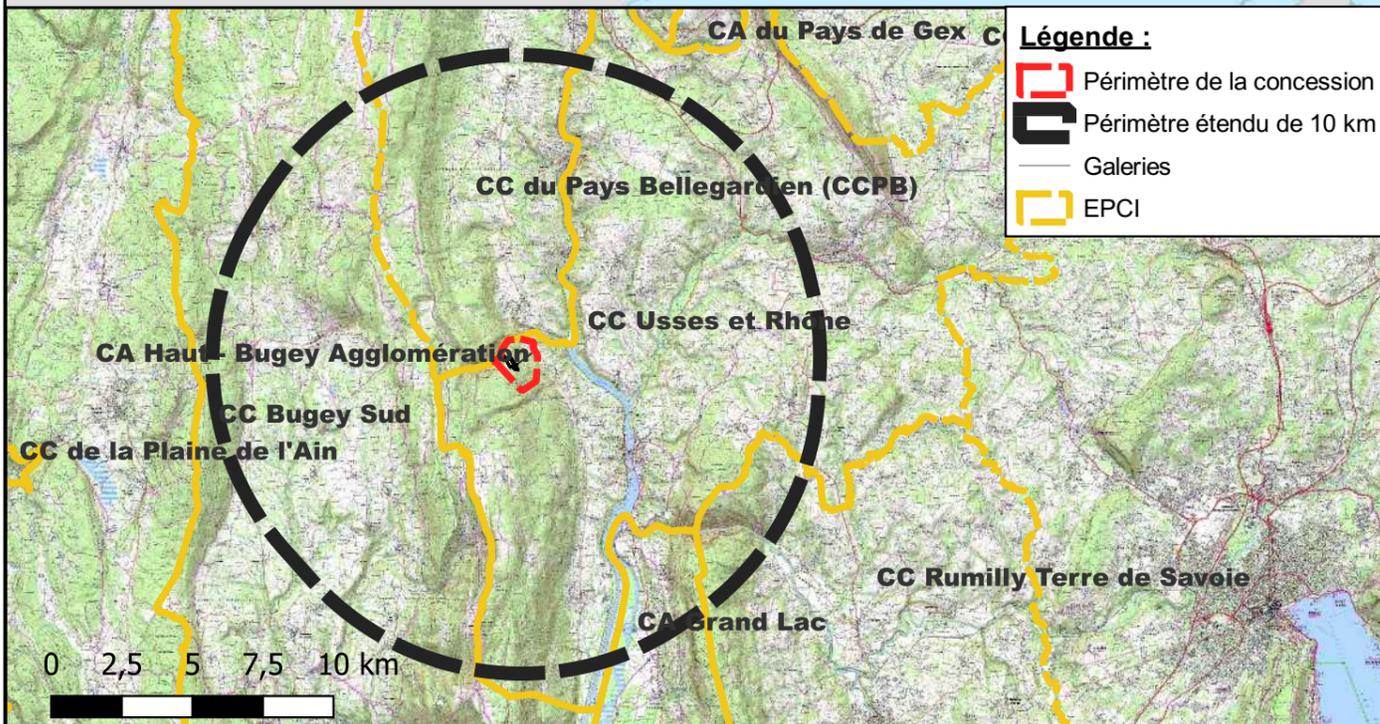
Le détail des parcelles cadastrales concernées par le projet d'autorisation est présenté au *Tome 1 : Document Administratif*.

Les arrêtés préfectoraux actuellement en vigueur pour la mine et l'usine sont disponibles en *Annexe du Tome 1 : Document Administratif*.

Le plan de situation de la mine, avec les potentiels d'exploitabilité et les travaux projetés ainsi que les installations extérieures est disponible en *Figure 2*.

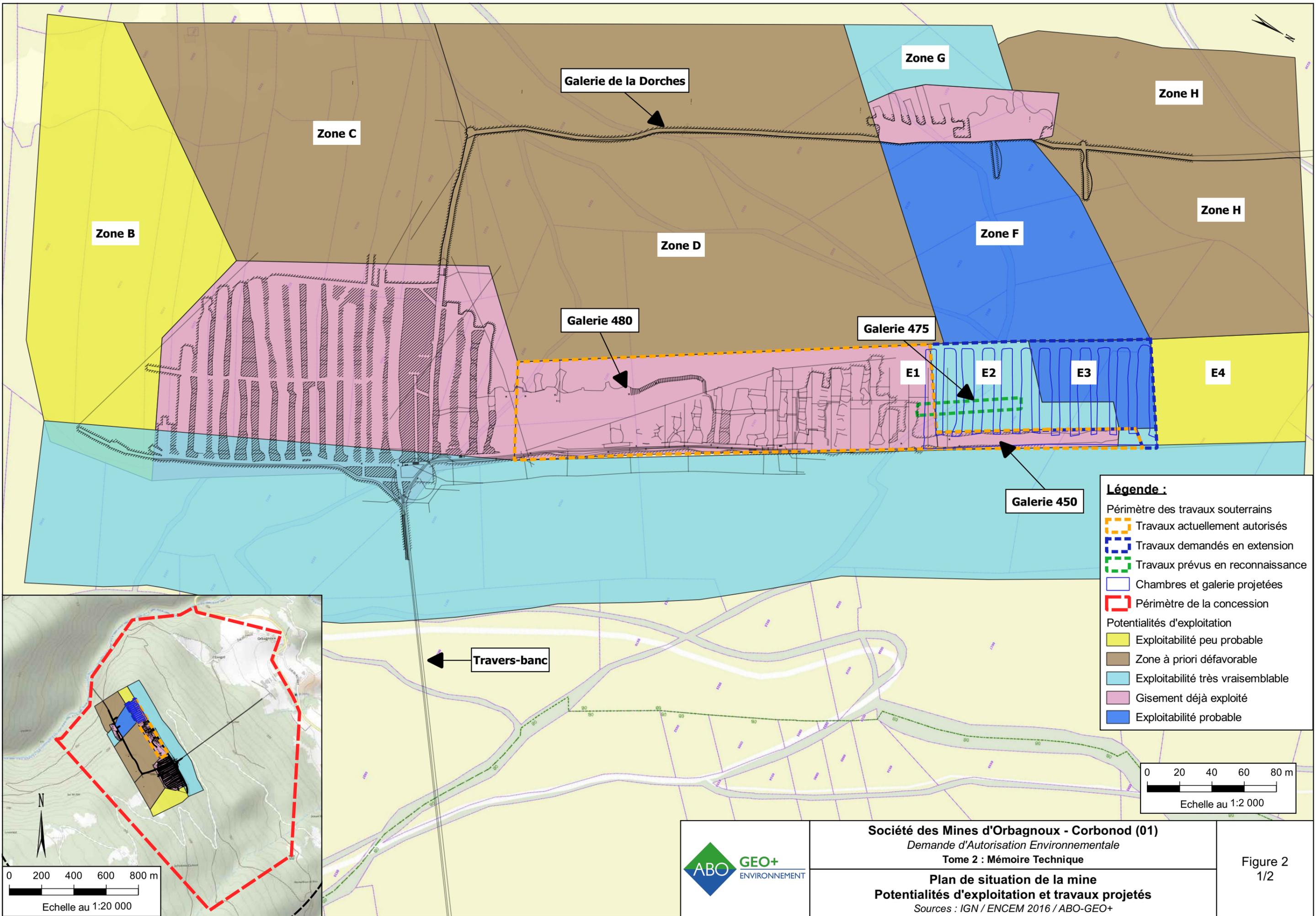


- Légende :**
- Périmètre de demande d'autorisation
  - Périmètre de la concession
  - Limites géoréférencées de la concession
  - Rayon d'affichage de 1 km
  - Communes



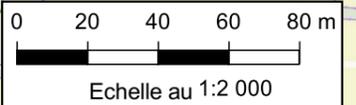
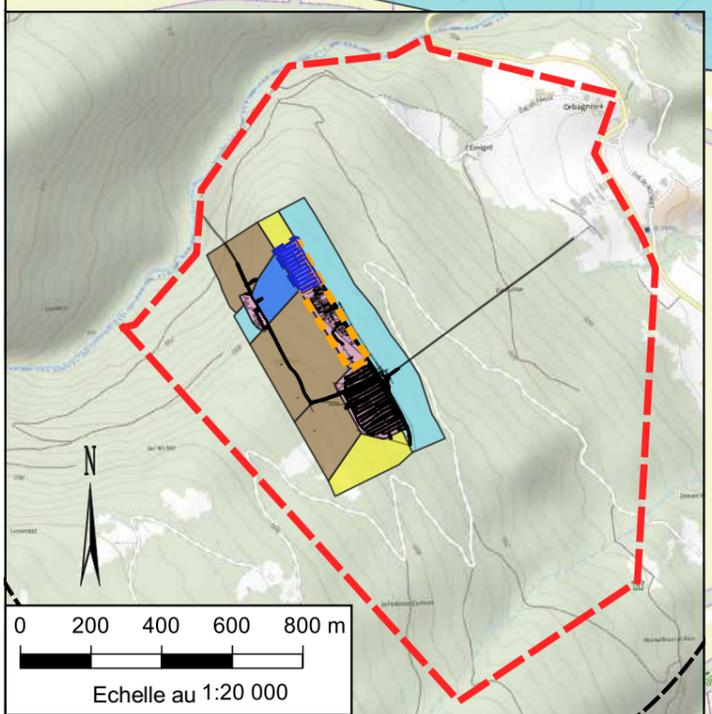
- Légende :**
- Périmètre de la concession
  - Périmètre étendu de 10 km
  - Galeries
  - EPCI

		<p><b>Société des Mines d'Orbagnoux - Carbonod (01)</b>          Demande d'Autorisation Environnementale          Tome 2 : Mémoire Technique</p>	<p>Figure 1</p>
<p><b>Plan de localisation et rayon d'affichage</b></p>		<p>Sources : IGN / Société des Mines d'Orbagnoux / ABO-GéoPlusEnvironnement</p>	



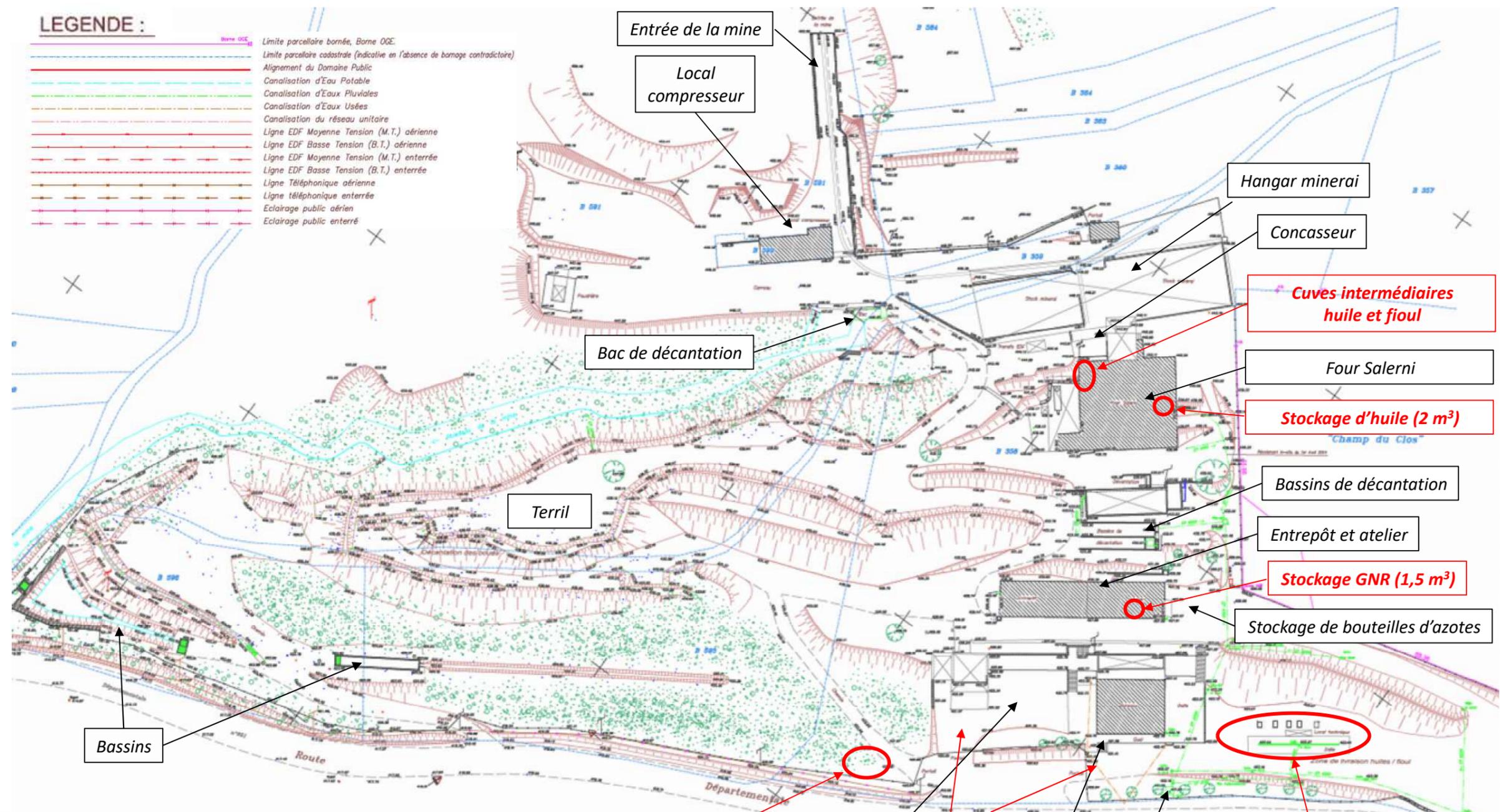
**Légende :**

- Périmètre des travaux souterrains
  - Travaux actuellement autorisés
  - Travaux demandés en extension
  - Travaux prévus en reconnaissance
  - Chambres et galerie projetées
- Périmètre de la concession
- Potentialités d'exploitation
  - Exploitable peu probable
  - Zone à priori défavorable
  - Exploitable très vraisemblable
  - Gisement déjà exploité
  - Exploitable probable



**LEGENDE :**

- Limite cadastrale (indicative en l'absence de bornage contradictoire)
- Alignement du Domaine Public
- Canalisations d'Eau Potable
- Canalisations d'Eaux Pluviales
- Canalisations du réseau unitaire
- Ligne EDF Moyenne Tension (M.T.) aérienne
- Ligne EDF Basse Tension (B.T.) aérienne
- Ligne EDF Moyenne Tension (M.T.) enterrée
- Ligne EDF Basse Tension (B.T.) enterrée
- Ligne Téléphonique aérienne
- Ligne téléphonique enterrée
- Eclairage public aérien
- Eclairage public enterré



Entrée de la mine

Local compresseur

Hangar minéral

Concasseur

Cuves intermédiaires huile et fioul

Four Salerni

Stockage d'huile (2 m<sup>3</sup>)

Bac de décantation

Terril

Bassins de décantation

Entrepôt et atelier

Stockage GNR (1,5 m<sup>3</sup>)

Stockage de bouteilles d'azotes

Bassins

Bâche à eau 120 m<sup>3</sup>

Stationnement VL

Locaux sociaux

Zone de livraison et stockage d'huile (80 m<sup>3</sup>) et de fioul (50 m<sup>3</sup>)

Accès depuis la RD 991

Rejet tilleul avec obturateur

**LEGENDE :**

- Entrée d'immeuble, entrée annexe, garage
- Clôture à fil lisse, à fil barbelé.
- Murs
- Mur Bahut
- Bordure de trottoir, avec caniveau
- Végétation : Conifère, Feuillu, arbuste, Bosquet, Haie vive, Haie de conifères.
- Poteaux : Candélabres, Télécom, EDF HTA, EDF bt
- Coffrets EDF et GDF, Chambre de tirage télécom, télédistribution.
- AEP : Bouche à clef, Regard Compteur, Borne incendie, Ventouse
- EP : Grille avaloir, Tabouret de branchement (goutières), Regard de visite
- EU : Regard de visite, Tabourets de branchement
- Points de Polygonation, Triangulation, Repère de Nivellement
- Point de niveau



**Société des Mines d'Orbagnoux – Corbonod (01)**  
 Demande d'Autorisation Environnementale  
**Tome 2 : Mémoire Technique**

**Plan de situation – Usine et partie extérieure**

Sources : OLM / ABO-GEO+

Les travaux prévus d'exploitation du minerai sont localisés dans les chambres montantes 21 à 33, réalisées dans la continuité de l'exploitation actuelle à partir de la galerie 450 (secteurs E et F).

Les activités suivantes sont concernées par la présente demande d'autorisation au titre du Code Minier et du Code de l'Environnement (procédure d'autorisation conjointe) :

- L'ouverture et l'exploitation complète, en cas de reconnaissance positive par la galerie 475, de la chambre en bout de la galerie 475 puis des chambres précédentes jusqu'à la chambre 21, depuis la galerie 450. La chambre en bout de la galerie 475 sera réalisée en priorité afin de faciliter la circulation de l'air frais dans l'ensemble de la zone en exploitation et de mettre en place une évacuation de secours depuis la galerie 450 ;
- La prolongation de la galerie 450 sur 10 mètres supplémentaires, ce qui correspondrait à une longueur totale de 160 m au lieu des 150 m actuellement autorisés depuis le montage 21 ;
- L'ouverture et l'exploitation des chambres restantes jusqu'à la chambre 33 à partir de la galerie de base 450 ;
- Les aménagements miniers à vocation logistique et hydraulique (rails et canal de dérivation des eaux d'exhaure prolongés dans la galerie 450, et reliés aux rails et au canal actuel) ;
- La continuité des activités de l'usine et des installations annexes.

## **1.2. GISEMENT DES CALCAIRES BITUMINEUX**

*Les données sur le gisement sont issues des études réalisées par SMO et du dossier de concession réalisé en 2016 par ENCEM.*

### **1.2.1. Les sédiments laminés riches en matière organique**

La mine s'intéresse à un gisement stratigraphique de calcaires bitumineux, d'une épaisseur de l'ordre de 4 m, situé à la base du Kimméridgien supérieur (150 millions d'années) dans le versant oriental du Grand Colombier. Il est localisé sur la carte et la coupe géologique en [Figure 3](#).

Les dépôts exploités à Orbagnoux correspondent à des sédiments riches en matière organique soufrée immature qui se sont déposés au Kimméridgien supérieur en contexte de lagon. Les variations des conditions de sédimentations se traduisent par une variation des sédiments qui se présentent sous forme de lits successifs réguliers et peu épais ou laminites.

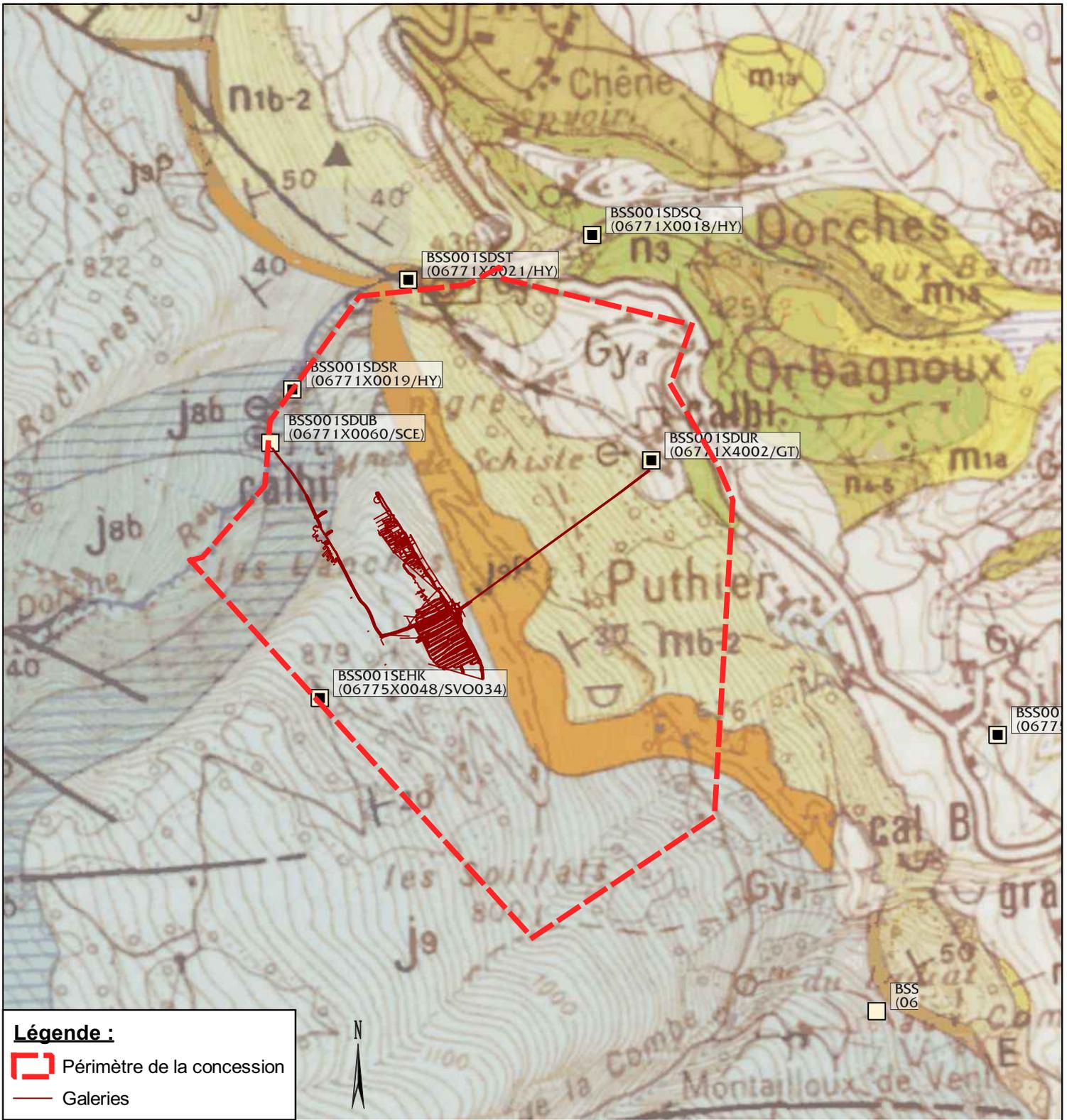
Cette structure en lamine, voire sous forme de plaquettes, a entraîné l'appellation schiste bitumineux, mais le terme de schiste est impropre d'un point de vue géologique puisqu'il s'applique à des roches métamorphiques et non à des roches sédimentaires comme c'est le cas ici.

La formation se présente avec un pendage de l'ordre de 38° au droit des travaux actuels, ce pendage s'atténue en partie haute, il n'est que de 10° au niveau des anciens travaux situés plus haut dans le massif (galerie de la Dorches) en conformité avec la structure anticlinale Nord/Sud constatée par ailleurs.

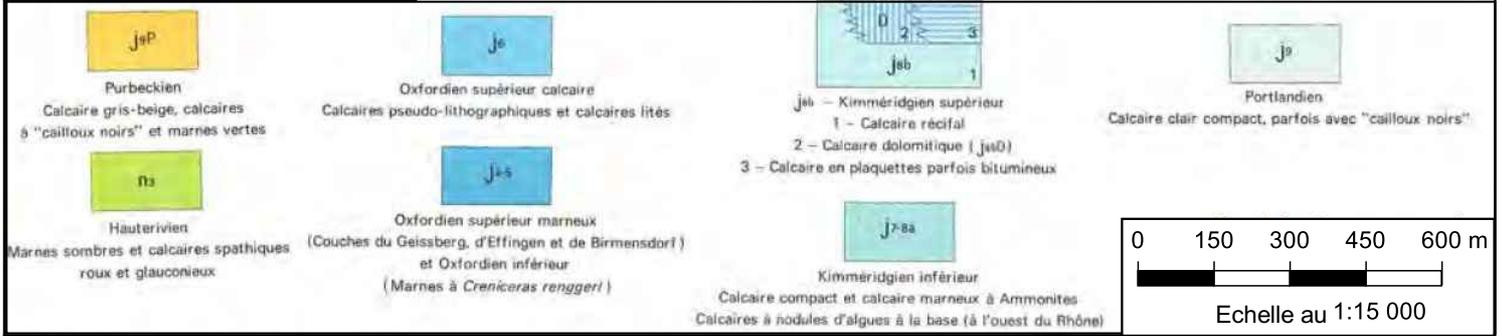
Il apparaît donc que le faciès de lagon en arrière d'une barrière corallienne, était très étendu et le gisement en cours d'exploitation se poursuit sur de vaste domaine.

On peut donc s'attendre à une continuation de ces dépôts à la fois dans le sens du pendage de ces couches et latéralement. Comme on le constate dans les galeries de la mine, ces calcaires ne présentent aucune réduction ou modification significative de leur teneur en kérogène, ce qui doit également s'appliquer aux zones avoisinantes. La zone potentiellement exploitable est par conséquent importante.

La limite nord de la concession coïncide avec le ruisseau de la Dorches. Ce ruisseau a vraisemblablement emprunté une zone de faiblesse du massif bien qu'aucune faille ne soit dessinée sur les cartes géologiques à ce niveau. La présence d'une faille au droit de la Dorches peut entraîner un rejet important du gisement et rendre problématique la poursuite de l'exploitation.



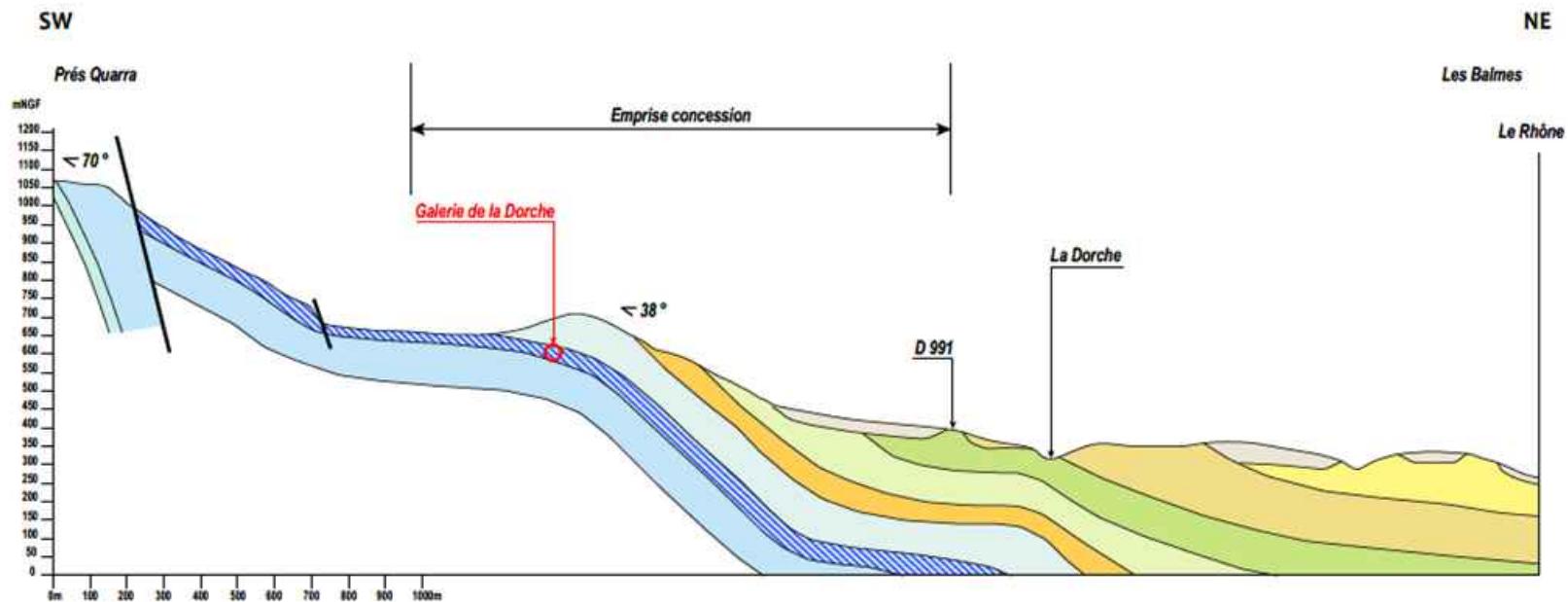
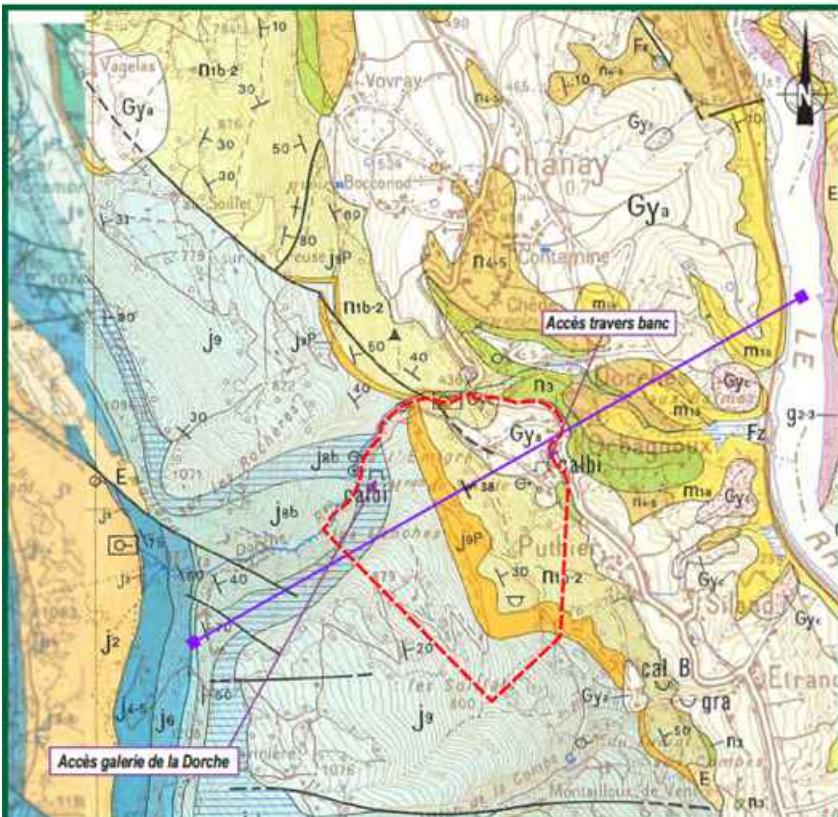
**Légende :**  
 Périmètre de la concession  
 Galeries



	<p><b>Société des Mines d'Orbagnoux - Corbonod (01)</b>          Demande d'Autorisation Environnementale          Tome 2 : Mémoire Technique</p> <p><b>Localisation du projet et des ouvrages BSS à proximité sur fond de carte géologique au 1/50 000 (feuille 667)</b>          Sources : BRGM / BSS / ABO-GéoPlusEnvironnement</p>	<p>Figure 3 1/2</p>
--	---	-------------------------

<b>LES MINES D'ORBAGNOUX</b>	Commune de <b>CORBONOD</b>	Dossier N° R 10 01 5560
	<b>CARTE GEOLOGIQUE</b>	Echelle : 1/25 000

D'après la carte géologique de la FRANCE à l'échelle : 1/50 000 feuille n° 677



- |                            |   |                              |
|----------------------------|---|------------------------------|
| Gy - Glaciaire             | n 1-2 - Berriasien - Valanginien          | J8s - Kimméridgien supérieur |
| M1a - Molasse miocène      | J9P - Purbeckien                          | J7 - Kimméridgien inférieur  |
| n 4-5 - Urgonien           | J9 - Portlandien                          | Galerie de la Dorche         |
| n3 - Hauterivien - argiles | J8b - Kimméridgien supérieur (bitumineux) | Faille                       |

Echelle : 0 m 125 250 375 500m

Périmètre de la concession

- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| J9P<br>Purbeckien<br>Calcaire gris-beige, calcaires à "cailloux noirs" et marnes vertes | J8s<br>Oxfordien supérieur calcaire<br>Calcaires pseudo-lithographiques et calcaires lités   | J8b<br>J8b - Kimméridgien supérieur<br>1 - Calcaire réefal<br>2 - Calcaire dolomitique (J8bD)<br>3 - Calcaire en plaquettes parfois bitumineux  | J9<br>Portlandien<br>Calcaire clair compact, parfois avec "cailloux noirs" |
| n3<br>Hauterivien<br>Marnes sombres et calcaires spathiques reux et glauqueux           | J9P<br>Oxfordien supérieur marneux<br>(Couches du Geisberg, d'Effingen et de Birrnsdorf) et Oxfordien inférieur<br>(Marnes à <i>Criniceras rengeri</i> ) | J7<br>Kimméridgien inférieur<br>Calcaire compact et calcaire marneux à Ammonites<br>Calcaires à nodules d'algues à la base (à l'ouest du Rhône) |  |

Exploitation souterraine

Calbi : calcaire bitumineux



**Société des Mines d'Orbagnoux - Corbonod (01)**  
*Demande d'Autorisation Environnementale*  
**Tome 2 : Mémoire Technique**

---

**Localisation du projet sur fond de carte géologique au 1/50 000 (feuille 667) et coupe géologique associée**  
*Sources : BRGM / ENCEM / Société des Mines d'Orbagnoux*

Figure 3  
2/2

Les observations et les sondages effectués jusqu'à présent, en particulier le long de la Dorches, indiquent que les principaux mouvements se sont traduits essentiellement par des évolutions de pendages.

Le talweg de la Dorches se situe à environ 200 m de la chambre 20N, les galeries de reconnaissance 450 et 475 sont prévues pour être stoppées avant d'être au droit du talweg et, s'il existe, de l'accident qui a induit son tracé.

Les seules limitations à l'extraction du minerai se concentrent dans les zones caractérisées par des roches aux propriétés mécaniques défavorables (instabilité géotechnique) ou traversées par d'abondantes circulations souterraines (systèmes karstiques partiellement actifs) un excès de profondeur rend réhhibitoire l'exploitation.

L'arrêté de 2007 fixe la longueur des chambres à 60 m en projection horizontale, mais les difficultés géotechniques ou hydrogéologiques limitent la longueur de la majorité des chambres.

L'exploitation par la galerie 480 avait été construite au travers d'un projet élaboré au début des années 2000. Les travaux engagés ont buté sur des zones faillées ce qui a imposé de mettre en place des soutènements. La succession des zones faillées n'a pas permis de développer de véritables chambres productives et l'exploitation de ce niveau a été abandonnée. Le raccordement de la galerie 480 au montage d'une part et à la galerie 450 d'autre part, au travers des chambres et recoupes, permet d'organiser la ventilation des secteurs en exploitation, ce cheminement a été aménagé en itinéraire de secours.

En ce qui concerne la qualité du gisement, celle-ci apparait assez constante, le kérogène ne présente pas de variation très sensible de composition mais localement la teneur en argile de la roche limite les possibilités d'extraction du kérogène. La composition intrinsèque du kérogène reste le paramètre essentiel de la valorisation pharmaceutique du principe extrait. C'est pourquoi, Ichthyol Gesellschaft procède à un suivi régulier du chimisme du minerai extrait.

## **1.2.2. Les roches et leur structuration**

La structure géologique décrite ci-dessus (pendage de 38° au niveau de la galerie de base), est quasiment constante à ce niveau.

Le suivi géologique a permis de reconnaître au niveau des travaux, deux familles de failles, notées en fonction du secteur où elles sont interceptées :

- F1 : notées F1 Nord et F1 Sud,
- F2 : noté F2 Centre et F2 Nord.

Côté Sud, au bout du travers banc, la galerie de circulation ou galerie de base, creusée sur 150 m en direction SSE, a atteint une zone largement fracturée (famille de fractures « F1 Sud ») empruntées par les circulations d'eau. Les activités d'extraction ont dû être interrompues en raison de très importantes venues d'eau souterraine, quoique intermittentes, dans la chambre d'extraction la plus au sud, ainsi qu'en raison de la présence d'une roche très friable. Une galerie de reconnaissance, poursuivie sur 45 m de long en prolongation des travaux, n'a pas permis d'atteindre une roche de qualité favorable et de tenue satisfaisante.

Par conséquent, l'exploitation du panneau en direction NNW a été engagée, ce qui n'a cependant été possible que jusqu'à une discontinuité baptisée « F2 Centre ». D'autre part, la galerie creusée dans cette direction a rapidement atteint une autre discontinuité (« F1 Nord ») qui montait de plus en plus haut dans la direction prévue pour l'extraction, ce qui a permis d'accéder à une zone favorable à l'extraction, en forme de cône croissant en direction NNW, la hauteur des chambres d'extraction pouvant monter de plus en plus, à mesure de l'avancement des travaux vers le NNW.

En direction du NNW, le creusement d'une deuxième galerie a été engagé à la cote 480. Mais cette galerie n'a permis qu'une exploitation de très faible envergure en raison des mauvaises caractéristiques rocheuses (instabilité nécessitant un étayage important, teneur en argile du gisement pénalisant le

traitement du minerai. Cette amorce a été aménagée en galerie d'aérage et, si nécessaire, elle peut être utilisée en issue de secours pour les travaux menés depuis la cote 450, elle a été aménagée dans ce sens.

Jusqu'à présent, la chambre 21N a été creusée sur 30 m (en principe, environ 50 m sont encore possibles jusqu'à la F2 Centre). Cependant les travaux ont intercepté des circulations importantes d'eau souterraine et, par conséquent, l'exploitation plus en hauteur a pour l'instant été abandonnée. Le front actuel de la galerie de base se poursuit par la galerie de reconnaissance dont les travaux ont été engagés en 2015 et qui servira de galerie de base pour les futures chambres d'extraction.

### **1.2.3. Les conditions hydrogéologiques**

Comme le montrent les observations sur le massif et les travaux miniers conduits à ce jour, les calcaires présentent un modelé karstique. Ce modelé karstique se développe soit le long des failles et fissures : les contraintes qui ont généré le plissement ont induit des ruptures. La dissolution entraîne la mise en place de chenaux drainant les eaux vers le bas, le karst peut également se développer au niveau des inter bancs ou des différentes interfaces des formations calcaires. Ainsi, les systèmes karstiques s'orientent d'après les structures sédimentaires et tectoniques, notamment d'après les discontinuités géologiques. Concernant la formation de plissements, il s'agit des fentes AC (direction des couches WSW - ENE en cas de forte inclinaison) ainsi que des surfaces diagonales en faisant partie. Il n'est pas certain que les surfaces F1 Nord et F2 Nord peuvent être classées dans ce système, considérant que notamment l'emplacement de F1 Nord est atypique.

Selon les observations faites jusqu'à présent dans la mine, il apparaît que les calcaires riches en bitume à structure lamellaire fine se poursuivent sans interruption et aucune faille significative sur la présence du minerai, n'a pu être observée jusqu'à présent, de même les plans de failles F repérées n'affectent pas la poursuite du gisement.

Les observations et analyses menées à ce jour n'ont pu aboutir sur la genèse des zones broyées rencontrées. Certaines zones apparaissent assez argileuses et semblent alors être totalement étanches. A contrario (par ex. localement dans la zone de l'étage 480 ou au niveau de la galerie de reconnaissance aux alentours du point +100 m), de nombreuses gouttes d'eau apparaissent au niveau du toit, traduisant une certaine porosité de la roche.

Cette porosité, par moments très forte, provenant de la zone de F1 Sud, s'explique probablement par une altération des sédiments carbonatés, ce qui ne doit pas être assimilé à l'érosion karstique classique, car celle-ci se limite à une évolution chimique de la roche.

Deux venues d'eau, bien que moins importantes, jaillissent au niveau de F1 Centre dans le montage vers la galerie de la Dorches, ainsi que dans l'étroite chambre SSE correspondante.

En outre, dans la section supérieure de la chambre 14N, tout près de F1 Nord, une autre venue d'eau a été rencontrée.

Dans la chambre 20N, une venue d'eau relativement importante a été constatée, plus éloignée de la surface F1 Nord. L'eau sourd au niveau de l'exploitation (c'est-à-dire de la surface inférieure). Une autre venue d'eau est notée à l'extrémité de la chambre 21N.

Toutes les autres venues d'eau dans le système de galeries sont quantitativement insignifiantes.

En raison des venues d'eau temporairement très importantes provenant de la zone F1 Sud, une liaison directe avec le ruisseau de la Dorches ne semble pas très probable. Ces venues d'eau restent actives lorsque la Dorches est à sec.

La réponse des différentes venues d'eau aux épisodes de précipitation est rapide, ce qui traduit un fonctionnement de type karstique classique. Mais dans le détail, le fonctionnement précis du système karstique n'est pas connu.

Une tentative de délimitation des bassins versants a été conduite en 2014-2015 : « Amélioration des connaissances sur les écoulements souterrains du karst du Valromey-Retord en lien avec les enjeux d'alimentation en eau potable » Syndicat mixte du Séran, Karst 3E- 2015. Elle n'apporte pas d'information significative pour le secteur de la mine d'Orbagnoux.

## 1.2.4. Répartition du gisement et exploitabilité

### 1.2.4.1. Sectorisation du gisement

Les potentialités d'exploitation peuvent être analysées en fonction de la structuration géologique.

Le gisement s'enfonce côté Est, en direction du Rhône (selon un pendage variant entre 15° et 40°), et c'est dans la partie Nord, appelée **Zone A** (Cf. Figure 2), qu'une exploitation est théoriquement possible sur une grande surface. Cependant, cette zone n'est pas exploitable du fait des nombreuses circulations d'eau souterraines. De plus, il faudrait organiser le transport des matériaux extraits jusqu'au carreau minier. Cette zone ne revêt par conséquent aucun intérêt à moins que l'on entreprenne de creuser un réseau de galeries en partie inférieure du relief.

Une autre zone d'exploitation possible (théorique) se situe dans le secteur sud du gisement (**Zone B**). Cette zone B se trouve au-delà du quartier sud, aujourd'hui abandonné, du fait de la présence des drains karstiques successifs avec d'importants écoulements d'eau. En principe, on peut s'attendre à retrouver plus au sud des calcaires contenant du kérogène exploitable. Pour accéder à ce secteur, il faudrait aménager une galerie de contournement du secteur affecté par les circulations d'eau (au moins 100 m de long à travers un substrat calcaire instable). Dans cette zone, les prévisions en termes géologiques sont peu fiables en l'état actuel des connaissances, à défaut on pourrait créer un nouvel accès (nouveau travers banc).

Cette alternative a déjà été envisagée par le Dr Gstrein dans les années 80.

**Zone C** : En l'état actuel des connaissances les conditions mécaniques de la roche semblent particulièrement défavorables et la structure indique que les circulations d'eau importantes rencontrées dans le quartier sud seront interceptées également dans cette zone C située en amont du quartier sud, de sorte qu'une exploitation dans cette zone n'est pas envisageable.

**Zone D** : le minerai est certes présent, mais en raison de la mauvaise qualité de la roche (présences de failles à remplissage argileux) les instabilités rendent les travaux complexes et la rentabilité de l'exploitation n'est plus assurée.

**Zone E1** : A déjà été exploitée.

**Zone E2** : Dans ce secteur, il était apparu probable que les travaux pourraient intercepter une zone de matériaux impropres à l'exploitation. La conduite de la galerie a montré la bonne qualité des matériaux. La galerie de base permet d'observer la nature du gisement, la qualité est apparue correcte et la structure géologique est adaptée à l'exploitation pour conduire des chambres pouvant atteindre une longueur de 60 m.

**Zone E3** : la poursuite de la galerie de base sous forme de galerie de reconnaissance vise à lever les incertitudes en matière de qualité de la roche, elle sera complétée par la réalisation de la galerie 475 et les précédentes chambres d'exploitation. Si les éléments disponibles à ce jour se confirment, la qualité est bonne et les conditions d'exploitation satisfaisante ce qui permet de fournir le gisement nécessaire à environ 20 ans d'exploitation.

**Zone E4** : zone adjacente côté Nord/Nord-Ouest jusqu'à la marque des 300 m : Ce secteur présente un a priori favorable en matière de qualité de gisement. Toutefois la proximité de la Dorches laisse craindre l'interceptions d'importantes venues d'eau.

**Zone F** : en l'état actuel des connaissances, il est très probable que la zone comprise entre le bord supérieur des chambres prévues N23 et N29 et la galerie de la Dorches soit exploitable, mais il faut s'attendre à une zone de faille dont l'épaisseur est mal connue sur le flanc est.

**Zone G** : zone adjacente aux zones d'extraction de la galerie de la Dorches (direction ouest-sud-ouest, partie haute) : Pour autant que l'on sache, une exploitation apparaît possible, la qualité du minerai devrait se maintenir, mais l'évolution structurale du Kimméridgien dans ce secteur n'est pas connue avec précision. De plus, il faut tenir compte du fait que la formation a ici un pendage limité à 10-15°, si bien que la purge du minerai dans les chambres n'est pas aussi simple qu'au niveau 450 m.

**Zone H** : Au-dessus et en dessous de la galerie de la Dorches, entre l'orifice et le remblai : Sur la base des inspections précédentes, cette zone se caractérise par la présence de calcaire instable, si bien qu'une exploitation risque d'être relativement coûteuse en étayage.

### **1.2.4.2. Le développement de l'exploitation**

L'autorisation demandée étant limitée par la fin de la concession soit sur une période de 20 ans et l'entreprise ayant déterminé le besoin en minerai à 2000 t/an, le besoin global est de 40 000 t de minerai ou 18 000 m<sup>3</sup> de minerai.

L'arrêté d'autorisation de travaux de 2015 fixe la géométrie des chambres suivant :

- section de 4 x 8 m,
- longueur de 60 m en projection horizontale.

Ce qui correspond pour une chambre complète approximativement à 2 500 m<sup>3</sup>, équivalent à 5 600 t de minerai environ, soit plus de 2 années de production.

Sur cette base en imaginant que toutes les chambres sont exploitées sur la totalité de leur longueur, 8 chambres suffisent.

Toutefois l'expérience montre que les chambres ne représentent jamais un parallélépipède régulier : les épontes latérales sont irrégulières et les difficultés ne permettent pas d'atteindre systématiquement la longueur de 60 m en projection verticale.

Pour tenir compte de ces difficultés, Dr Gstrein considère une perte de 1/3 du gisement, ce qui conduit à prévoir 12 chambres au lieu des 8 qui seraient prévues sur la base d'une extraction optimisée.

L'analyse présentée ci-dessus montre que les zones E2 et E3 permettent de fournir 25 années de gisement si l'on retient qu'aucune anomalie ne remet en cause l'exploitation de ces secteurs.

L'interception d'accidents géologiques avec des venues d'eau conséquentes ou une dégradation locale des conditions de stabilité peuvent réduire le volume de gisement exploitable.

C'est pourquoi les investigations pourront être conduites à l'avancement, avec la réalisation de forages de 15 m au niveau des futures chambres d'exploitation. Celles-ci pourront être réalisées depuis la galerie 475 et la galerie 450.

### **1.2.5. Résumé et observations générales sur l'exploitation minière**

D'après l'état actuel des connaissances géologiques du gisement, les réserves en calcaire riche en kérogène des mines d'Orbagnoux se prêtent de manière très probable à une durée d'exploitation de 20 ans voire au-delà.

Des investigations sont nécessaires pour une approche plus complète de l'exploitabilité du gisement au sein de la concession. Ces investigations pourront être conduites durant les 20 années qui viennent. Le programme de travaux projeté ne remet pas en cause une exploitation future.

## **1.3. PRODUCTION ENVISAGEE**

L'extraction de minerai primaire sera de l'ordre de 1 500 t/an en moyenne et 2 000 t/an au maximum.

La production maximale s'élèvera à 2 000 t par an, correspondant à environ 80 000 L d'huile extraite à l'aide des installations du site (four/partie usine).

Il n'y a pas de stériles d'extraction puisque seul du minerai est extrait. Les résidus après traitement correspondent au maximum au volume extrait.

Le tableau ci-après synthétise les principales données chiffrées concernant l'exploitation prévue (cas maximal).

<b>Volumes</b>	Volume maximal de stériles stockés (estimation 2023 sur la base de la topographie initiale)	10 000 m <sup>3</sup>
	Production totale de minerai primaire (exploitation des chambres et galerie 450)	18 000 m <sup>3</sup>
	Volume total de stériles produits (stériles de traitement avec foisonnement)	21 600 m <sup>3</sup>
	Production annuelle de minerai primaire	900 m <sup>3</sup>
	Volume annuel de stériles à évacuer pour valorisation : - Stériles produits - Stériles entreposés en 2023, pour évacuation intégrale en 20 ans Total annuel moyen	1 080 m <sup>3</sup> 500 m <sup>3</sup> 1 580 m <sup>3</sup>
	Production journalière de minerai primaire	7,5 m <sup>3</sup> (120 j/an)
	Terres végétales extérieures pour remodelage	1 600 m <sup>3</sup>
	<b>Tonnages</b>	Production totale de minerai primaire (chambres et galerie)
Production annuelle de minerai primaire		2 000 t
Production journalière de minerai primaire		16,7 t/j (120 j/an)
<b>Durée</b>		20 ans

La densité du calcaire bitumineux en place est de 2,2.

## **1.4. PERIMETRE DE DEMANDE ET ACCES**

Le périmètre de demande concerne l'ensemble des installations extérieures et des travaux miniers autorisés et projetés en exploitation.

Les surfaces concernées par la présente demande sont synthétisées dans le tableau suivant :

Surface des parties extérieures autorisées (usine)*	4 ha 55 a 97 ca
Surface des travaux miniers actuels autorisés (hors galerie 475)	6 ha 21 a 81 ca
Surface des travaux miniers demandés en extension	00 ha 76 a 49 ca
Surface totale demandée en autorisation (mine + usine)	11 ha 54 a 27 ca

\*Surface correspondant aux parcelles cadastrales et à l'ancien chemin communal

La présente demande d'autorisation porte donc sur une surface totale demandée de **11 ha 54 a 27 ca**, dont environ 4 ha 55 a 97 ca de surface extérieure à la mine, pour une durée de 20 ans. La localisation du périmètre est présentée à la Figure 1.

L'accès au site se fait depuis la RD991.

Pour atteindre la zone d'exploitation, il faut emprunter le travers banc : à l'altitude de 450 m, le travers-banc mène du versant du relief jusqu'au gisement où la galerie se ramifie. Le travers banc est quasi horizontal, présente une longueur de 675 m et est orienté en direction WSW. Il permet le drainage des eaux rencontrées dans l'exploitation minière. Le travers banc donne accès à une galerie côté Nord à partir de laquelle l'exploitation est conduite aujourd'hui (galerie de base) et au quartier sud abandonné.

Un deuxième accès à la mine existe. Il s'agit de l'ancienne sortie au niveau de la galerie de la Dorches. Il est aujourd'hui utilisé pour l'aération et en tant que sortie de secours.

Les accès au site et à la mine sont illustrés à la Figure 4.

## Entrée principale du site

Accès stationnement  
extérieur et locaux sociaux

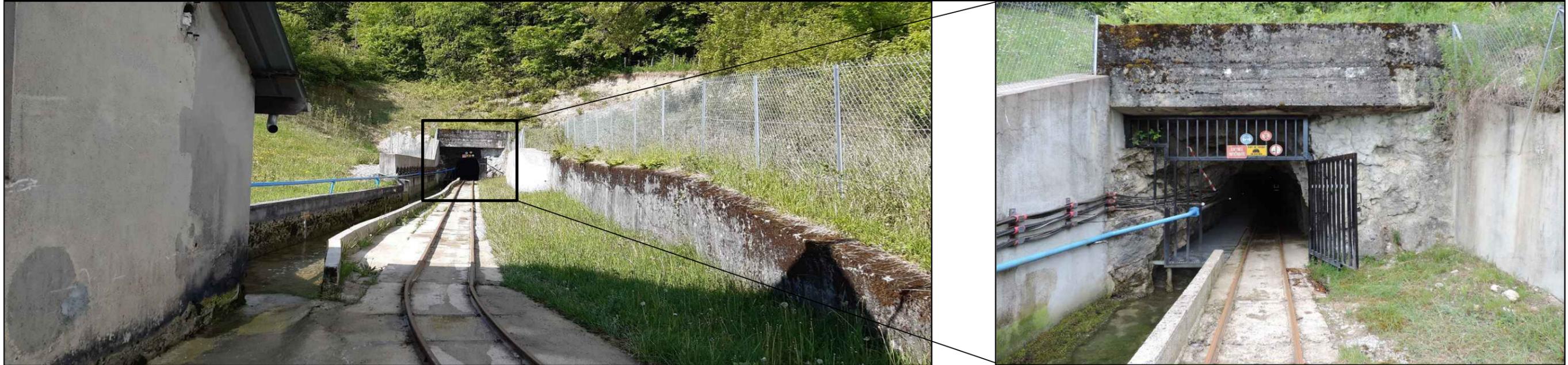


Accès terril et bâche à eau

Accès aire de livraison  
fioul, huiles et  
explosifs, accès  
véhicules pour la  
mine



### Entrée principale de la mine



### Sortie de secours (Galerie de la Dorches)



Société des Mines d'Orbagnoux – Corbonod (01)  
Demande d'Autorisation Environnementale  
Tome 2 : Mémoire Technique

Photographies des accès au site et à la mine  
Source : ABO-GéoPlusEnvironnement juin 2022 – février 2023

## 2. ETAT DES LIEUX DES INSTALLATIONS EXTERIEURES ACTUELLES

Ce chapitre concerne l'ensemble des installations extérieures, qui sont actuellement autorisées en activité.

La plupart des informations présentées ci-après sont directement extraites du dossier de mise à jour de l'installation de traitement du minerai, réalisé en 2015 par ALPES CONTRÔLES.

Elles ont été complétées avec les dernières évolutions sur le site, à l'aide d'une visite réalisée le 17/02/2023 par ABO-GéoPlusEnvironnement et du directeur technique.

Les installations actuelles continueront d'être utilisées dans le cadre du présent projet.

L'usine fonctionne et fonctionnera 90 jours par an en continu (24h/24 hiver/printemps).

### 2.1. LES BATIMENTS

#### 2.1.1. Dimensionnement des bâtiments

Bâtiment	Dimensions (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )
Locaux sociaux	15*13	195
Garages	38*9	342
Four	23*20	460
Hangar minerai	60*15	900
Local compresseur	16*7	112
Ancien transformateur	7*4	28
Poudrière	4*4	16
Aire de dépotage fioul / huiles et cuves enterrées	24*4	96
<b>Total</b>		<b>2 149</b>

#### 2.1.2. Les locaux sociaux

Le bâtiment bureaux abrite les locaux administratifs, le vestiaire équipé d'une douche et la salle de repos du personnel.

#### 2.1.3. Stockage d'huile et de fioul

Le site dispose d'un local technique contenant 2 espaces de distribution et déchargement :

- 1 groupe de pompage pour l'huile F12 de débit 30 m<sup>3</sup> /h utilisé pour le chargement des camions citerne d'expédition (3 chargements par an) ;
- 1 pompe pour le déchargement du fioul.

Les hydrocarbures sont stockés dans 2 cuves enterrées, chacune équipée d'évents, détection de fuite et limiteur de remplissage selon le détail ci-après :

- Une cuve de 80 m<sup>3</sup> contient de l'huile F12 compartimentée en 2\* 25 m<sup>3</sup> + 20 m<sup>3</sup> + 10 m<sup>3</sup>.
- Une cuve de 50 m<sup>3</sup> contient du fioul.

La zone de dépotage est équipée d'une capacité de rétention adaptée au camion effectuant les chargements. Cette rétention est raccordée à un séparateur d'hydrocarbures.

#### **2.1.4. Atelier four**

Le hall four de 500 m<sup>2</sup> accueille le four de pyrogénéation du minerai et l'installation de condensation d'huile par récupération.

Le minerai concassé est amené par tapis vers le four où il est pyrogéné. Le four est alimenté en fioul depuis le stockage.

L'eau en provenance de l'exhaure de la mine est utilisée pour le refroidissement des gaz de combustion et pour le refroidissement du minerai pyrogéné.

L'eau est ensuite traitée par décantation et filtre coke avant raccordement au collecteur communal.

Les installations de traitement d'air sont implantées à l'extérieur du bâtiment.

L'huile extraite passe par un filtre presse pour être débarrassée des poussières résiduelles.

Elle passe ensuite dans une cuve tampon de 2 m<sup>3</sup>, implantée dans la partie nord du hall.

Les médias filtrants du filtre presse sont stockés en benne étanche et traité comme déchet une fois par an compte tenu de la production. Ils sont alors évacués en centre agréé pour le traitement des déchets dangereux (en 2023, ORTEC ENVIRONNEMENT à Charvonnex), et font systématiquement l'objet de bordereaux de suivi des déchets.

Le hall est largement ouvert sur plusieurs façades.

#### **2.1.5. Hangar à minerai**

Le hangar de stockage de minerai accueille au maximum 2 000 tonnes de minerai en sortie de mine et en attente de concassage puis traitement de pyrogénéation.

La structure métallique couvre la dalle béton et les murs qui sont présents sur la moitié de la hauteur du bâtiment.

#### **2.1.6. Local compresseur**

Le local compresseur est situé à proximité de l'entrée de mine pour alimenter les marteaux foreurs de la mine.

#### **2.1.7. Stockage d'explosifs (« poudrière »)**

Le stockage d'explosifs est constitué d'un stockage de 1 kg de détonateurs et de 180 kg d'explosifs.

Le local est isolé du reste des installations, clôturé et d'accès limité.

Une étude et un bilan de conformité de l'installation de stockage de produits explosifs relevant du régime de l'enregistrement sous la rubrique 4220 ont été réalisés en 2022. Le bilan de conformité est joint en annexe confidentielle.

Le bâtiment est de type superficiel. Il est implanté à l'écart des bâtiments du site, isolé des installations de fabrication des huiles de calcaires bitumineux et dont l'environnement immédiat est principalement caractérisé par une zone boisée.

Le bâtiment présente une cellule de stockage des produits explosibles ; celle-ci est attenante à un sas d'entrée contenant une armoire destinée à recevoir les détonateurs et un poste de prélèvement.

Conçu selon les principes généralement employés dans l'industrie pyrotechnique (et adaptés aux contraintes architecturales du secteur), le dépôt présente les caractéristiques constructives globales suivantes :

- Les dimensions du dépôt comme représenté sont de :
  - 3,30 mètres de profondeur,
  - 2,40 mètres de largeur,
  - 2,50 mètres de hauteur sous plafond.
- Le sol est constitué d'une dalle en béton armé.
- Les parois du dépôt sont en parpaings pleins de 20 cm. Les piliers et ceintures sont en béton armé solidaire des fondations.
- Le dépôt est doté d'une toiture légère constituée par des dalles de polystyrène traité et d'une fine couche béton de 5 cm d'épaisseur surmontée d'une tôle simple pan.
- Le dépôt compte deux portes métalliques. La première est la porte d'accès au sas et la seconde, entre le sas et la salle de stockage, est la porte d'accès à la cellule de stockage d'explosifs.
- La ventilation est réalisée de manière naturelle au moyen de bouches d'aération, disposées en partie haute et basse de chaque porte d'accès et aménagées de manière à empêcher l'introduction d'éléments dangereux ou le passage d'animaux.
- Le dépôt est placé sur une aire bétonnée et clôturée de 2 m de hauteur surmontée de bavolets.

Les opérations de déchargement des explosifs ont lieu à proximité du stockage, sur l'aire prévue à cet effet. Cette aire est matérialisée par un panneau d'affichage « AIRE DE DECHARGEMENT ».

L'accès à cette zone se fait par la piste depuis l'entrée du site par la RD 991.

Durant ces opérations, seules les personnes autorisées à accéder à la zone de stockage sont présentes sur cette zone et le reste du personnel du site est obligatoirement situé en dehors de la zone.

## **2.1.8. Entrepôt, atelier et stockage GNR**

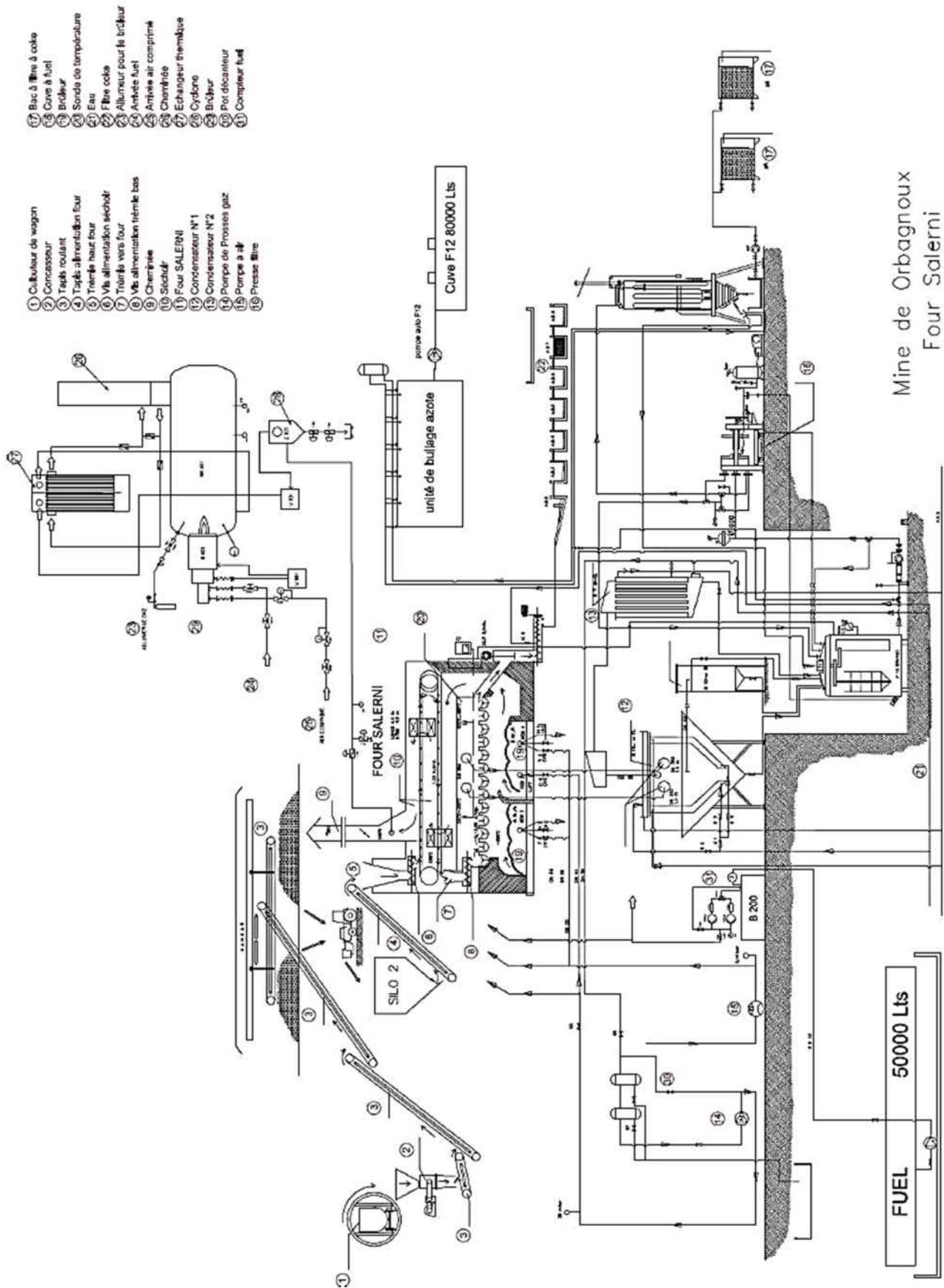
Ce bâtiment permet le stockage des engins et outils utilisés sur le site et dans la mine.

Une cuve aérienne double paroi de 1,5 m<sup>3</sup> de Gazole Non Routier (GNR) y permet le ravitaillement des engins (tracteur, chargeuse, tractopelle (utilisés pour les mouvements des résidus de traitement et l'entretien du site)).

## **2.2. ACTIVITES**

### **2.2.1. Traitement du minerai et production d'huile**

Le procédé de traitement du minerai de calcaire bitumineux et ses installations connexes est illustré dans la *Figure 5*.



**Société des Mines d'Orbagnoux – Carbonod (01)**  
 Demande d'Autorisation Environnementale  
 Tome 2 : Mémoire Technique

**Schéma du procédé de traitement du minerai**  
 Source : SMO

Figure 5  
 1/3

Culbuteur de wagon



Concasseur



Hangar à minerai



Alimentation du four en minerai



Bac d'alimentation

Bacs à filtre à coke (eaux de refroidissement)



Unité de bullage d'azote



Cuves enterrées huile 80 000 L et fioul 50 000 L

## **2.2.2. Concassage du minerai**

Le minerai extrait est envoyé dans le concasseur à mâchoires à l'aide d'un basculeur de wagons. La puissance totale installée du concasseur est de 43 kW. Le minerai broyé est ensuite entreposé dans le hangar à minerai à l'aide de convoyeurs, puis repris à la chargeuse pour alimenter le four.

## **2.2.3. Pyrogénéation**

Le four utilisé par LES MINES D'ORBAGNOUX est un four SALERNI.

Il est alimenté par le minerai extrait de la mine du site préalablement concassé. Ce minerai est acheminé dans le four à l'aide de différents tapis roulants. Les brûleurs du four sont alimentés par du fioul (environ 150 m<sup>3</sup>/an). Les fumées issues du brûlage sont canalisées et rejetées à l'extérieur par une cheminée de 10 m de haut. A l'issue de ce brûlage 2 matériaux en sont extraits, de l'huile brute F-12 et du stérile.

Les stériles équivalent à un matériau 0/31,5 mm sont arrosés de manière à faire chuter leur température de 450° (sortie de four) à 40/50°.

Ces matériaux refroidis, mais saturés en eau, sont ensuite déversés à la chargeuse dans les "casiers d'essorage", où ils vont se décanter.

### **2.2.3.1. Condensation**

La zone de pyrogénéation est reliée à deux condenseurs branchés en série qui condensent les vapeurs de distillation lente. L'huile brute produite se compose en grande partie d'huile brute F-12, d'eau et de poussières.

La condensation comprend un condenseur primaire et un condenseur secondaire, tous les deux refroidis à l'eau. Le condenseur primaire, retient surtout les poussières. Les tubes à gaz peuvent être maintenus libres par des vannes d'entretien.

L'huile brute condensée est introduite par les condenseurs primaire et secondaire dans une cuve mélangeuse.

Un ventilateur est installé à la suite de l'installation de condensation, celui-ci assure la dépression nécessaire au transport des gaz issus du local pyrogéné et qui en même temps amène les gaz non-condensables de la chaufferie vers le système de combustion.

### **2.2.3.2. Installation de traitement d'air**

Le four de pyrogénéation Salerni est chauffé avec du fioul.

La totalité de l'air de combustion (gaz brûlés) et les vapeurs issues de la zone sèche passent à travers un cyclone de gaz chaud (séparation de la poussière). Du cyclone, l'air de rejet est transporté vers un ventilateur. Du ventilateur, l'air de rejet arrive de manière tangentielle dans la pièce de combustion.

L'air de rejet combustionné quitte la pièce de combustion par une cheminée d'injection équipé d'une ouverture cyclique pour l'air Quench, ce qui provoque un refroidissement des gaz brûlés.

L'installation est réglable aux conditions de pyrogénéation du four Salerni par un système de réglage des brûleurs et des clapets.

### 2.2.3.3. Filtration de l'huile brute

L'unité de traitement de l'huile brute en place est constituée d'une cuve mélangeuse, d'un filtre-presse et d'une cuve de séparation.

L'huile brute sortant des deux condenseurs est stockée temporairement dans une cuve mélangeuse équipée d'un agitateur. L'huile brute une fois bien mélangée dans la cuve mélangeuse sera filtrée dans un filtre-presse à chambres pour lui ôter les particules solides (poussières, matières en suspension). Le gâteau de filtre-presse résultant sera stocké momentanément pour être ensuite enlevé et transporté par une société extérieure spécialisée et traité comme déchet.

L'eau de lavage récupérée suite au nettoyage du filtre-presse et contenant des restes d'huile brute F-12 sera collectée, momentanément stockée pour être ensuite enlevée et transportée par une société extérieure spécialisée et traité comme déchet.

Ces déchets dangereux font l'objet de bordereaux de suivis et sont évacués annuellement pour traitement (en 2023 et les années précédentes, ORTEC ENVIRONNEMENT à Charvonex).

### 2.2.3.4. Production d'huile brute F-12

L'huile brute filtrée (eau + huile brute F-12) est pompée dans le séparateur à travers un filtre-presse à chambres. L'eau y est séparée de l'huile brute F-12 par différence de densité à une température d'environ 50°C. L'huile brute F-12 se dépose dans la partie inférieure du séparateur ; et est soutirée vers la cuve tampon de 2 m<sup>3</sup> de stockage d'huile brute puis vers les cuves enterrées de 80 m<sup>3</sup> au total. L'eau est traitée à l'aide de deux filtres à coke, de bassins de décantation et d'un filtre-coke installé à la suite. Elle est ensuite traitée par un séparateur d'hydrocarbures avant rejet au collecteur d'Orbagnoux.

## 2.2.4. Gestion des résidus de pyrogénéation

Le résidu sorti du four est refroidi à l'eau, placé dans des casiers d'essorage, puis mis en verse au niveau du terril. Les eaux d'égouttage des résidus s'infiltrent au droit de ces casiers d'essorage aménagés au niveau du terril, de même que les eaux pluviales.

Le terril est ainsi constitué des stériles issus du traitement par broyage puis pyrogénéation (à 450°C), réalisé dans l'usine. Ce traitement permet de séparer l'huile de la roche calcaire.

Le résidu de pyrogénéation calcaire constitue donc un déchet minéral dont SMO n'a plus utilité.

Les eaux météoritiques s'infiltrent et ruissellent au droit du terril, constitué de résidus calcaires perméables. Les eaux de drainage sont collectées par un fossé en aval du terril d'une largeur de 3,50 m au maximum et d'une profondeur de 0,90 à 2,40 m. La route en contrebas est séparée de ce fossé par un merlon de protection supplémentaire. Ce fossé mène à un 2 bassins de rétention successifs.

Ces bassins sont curés annuellement. Les boues de curage sont entreposées sur le terril puis évacuées après décantation avec les résidus calcaires.

Dans le cadre du réaménagement du site, les stocks de résidus de pyrogénéation seront progressivement et intégralement évacués pour valorisation au cours des 20 années à venir, permettant un retour à la topographie initiale sur la partie Sud-Est du site.

Les 2 exutoires principaux envisagés sont les suivants :

- **Les chantiers de proximité**, pour **valorisation en remblai** compacté, technique routière ou analogue dès lors que le matériau en place est **revêtu**. Cette solution sera privilégiée tout au long de l'exploitation ;

- **Une cimenterie ou une activité similaire**, pour **valorisation matière** des calcaires dans un process de fabrication.

Une réflexion a été conduite pour utiliser ces matériaux en remplissages d'anciennes chambres et galeries d'exploitation. Elle est présentée en annexe du PGDE.

Celle-ci conclut que la sécurisation des chambres avant les travaux de remblaiement constitue une difficulté majeure : il s'agit d'un chantier très lourd, complexe et à risques pour les mineurs purgeurs. Cette option n'a donc pas été considérée.

La quantité totale de résidus à évacuer est estimée à **31 600 m<sup>3</sup>** (dont environ 10 000 m<sup>3</sup> en place en mai 2023).

En considérant les 20 ans projetés en demande d'autorisation, le rythme d'évacuation annuel moyen serait donc de 1 580 m<sup>3</sup>/an, soit environ 3 480 t/an. La valorisation en chantiers de proximité sera favorisée, ce rythme moyen sera assuré si nécessaire par l'acceptation des matériaux en cimenterie ou activité similaire.

Les planches quinquennales du phasage d'évacuation des résidus sont présentées en Annexe 2.

Le bordereau d'acceptation des déchets en cimenterie est présenté en Annexe 3. Un accord de principe a été réalisé avec une cimenterie de proximité pour l'accueil de l'intégralité des résidus.

Outre les rejets atmosphériques associés au transport des matériaux, cette valorisation en elle-même n'entraîne pas de risques particuliers vis-à-vis des paramètres environnementaux tels que l'air, l'eau ou les sols.

Le volume de stériles produit est au maximum de 1 080 m<sup>3</sup> par année (environ 2 000 t).

Le projet d'extension prévoit 21 600 m<sup>3</sup> supplémentaires.

Le résidu de pyrogénéation est géré dans le cadre du Plan de Gestion des Déchets d'Extraction (PGDE) établi par SMO (Cf. Annexe 4). De plus, des relevés annuels des volumes de terril sont effectués par un géomètre. Ceux-ci sont intégrés au PGDE, comme tous les bordereaux de suivi des déchets. Une « note sur la valorisation en technique routière ou équivalente des résidus de traitement du minerai » réalisée en 2019 par ENCEM est présentée en annexe du PGDE.

Ce déchet répond à la rubrique 01-04-08 de la nomenclature Déchets :

01 04	Déchets provenant de la transformation physique et chimique des minéraux non métallifères.
04 04 08	Déchets de graviers et débris de pierres autres que ceux visés à la rubrique 01 04 07.

Il peut être valorisé en remblai compacté, technique routière ou analogue dès lors que le matériau en place est revêtu. Il s'agit d'un **déchet non dangereux non inerte** en raison des teneurs en molybdène et fluorures (Cf. Annexe 4).

Ainsi, entre 2017 et 2020, ce sont 2 163 m<sup>3</sup> de déblais qui ont été relevés, tandis que les remblais supplémentaires (= résidus de l'usine) s'élèvent à 2 049 m<sup>3</sup> de stériles, soit une diminution de 114 m<sup>3</sup> des volumes de stériles stockés (relevés géomètre).

Entre 2020 et 2021, ce sont 1 454 m<sup>3</sup> de déblais qui ont été relevés. L'activité a produit 592 m<sup>3</sup> de stériles (remblai), soit une diminution de 862 m<sup>3</sup> des volumes stockés.

Entre 2017 et 2021, le volume du terril a donc diminué de 976 m<sup>3</sup> : une partie des résidus (3 617 m<sup>3</sup>) a pu être valorisée par la réalisation de plateformes techniques agricoles à proximité.

Le déchargement du minerai en sortie de la mine, les casiers d'essorage après traitement, le terril et les bassins de décantation sont illustrés à la Figure 6.

## 2.2.5. Gestion des eaux de procédé

L'alimentation en eau pour les locaux sociaux (de l'ordre de quelques dizaines de m<sup>3</sup> par an), le refroidissement du minerai et le circuit de condensation de l'huile F12 est assurée par le prélèvement dans l'exhaure de la mine.

Le débit de prélèvement est de l'ordre de 6 m<sup>3</sup>/h.

Ce prélèvement est actif en permanence lors de la période de fonctionnement du four (90 j/an en hiver). Les volumes prélevés sont ainsi de l'ordre de 13 000 m<sup>3</sup>/an.

**Les eaux usées domestiques** issues des sanitaires sont traitées par un système d'assainissement autonome avant évacuation par canalisations souterraines raccordées au collecteur d'Orbagnoux.

**Les eaux de refroidissement** du minerai pyrogéné et du circuit de condensation de l'huile n'entrent pas en contact avec le produit. Ces eaux sont déversées dans les bacs de décantation et passées par les coke-filtres avant d'être rejetées vers le collecteur d'Orbagnoux. Un test est réalisé sur ces eaux, si aucun dépassement n'est constaté les eaux sont rejetées dans le collecteurs d'Orbagnoux, si au contraire un dépassement est constaté alors ces eaux contaminées deviennent des déchets.

**Les eaux pluviales** s'infiltrent au droit du site ou, pour celles ruisselant sur les surfaces imperméables (toitures, aire étanche) sont collectées vers le séparateur d'hydrocarbures avant rejet au collecteur d'Orbagnoux.

Après traitement, ces eaux sont rejetées au collecteur d'Orbagnoux.

### Bassin de décantation et terril



Vers la mine

Casier d'essorage

Une fois sortis du four, les résidus sont refroidis à l'eau puis entreposés dans des casiers d'essorage (environ 1 an) avant reprise pour stockage en verse.

### Déchargement d'un train de minerai



Hangar d'entreposage du minerai avant traitement

Wagon

Sortie de la mine

Vers le terril

### Vue depuis le point haut du terril



Ligne électrique



Ligne électrique

Bassins de décantation



Société des Mines d'Orbagnoux – Corbonod (01)  
Demande d'Autorisation Environnementale  
Tome 2 : Mémoire Technique

Prises de vues des activités en extérieur :  
Déchargement, terril et décantation

Source : ABO-GéoPlusEnvironnement – juin 2022

## Déchargement d'un train de minerai



Les eaux issues des casiers sont interceptées par des fossés en contrebas, puis transitent par 2 bassins de décantation successifs avant rejet vers le milieu naturel (ruisseau de la mine avant RD 991).



## Fossé et bassin de décantation n°1



## Bassin de décantation n°1



Société des Mines d'Orbagnoux – Corbonod (01)  
Demande d'Autorisation Environnementale  
Tome 2 : Mémoire Technique

Prises de vues des activités en extérieur :  
Déchargement, terril et décantation  
Source : ABO-GéoPlusEnvironnement – juin 2022

## 3. DESCRIPTION DE L'ACTIVITE MINIERE ACTUELLE ET PROJETEE

### 3.1. METHODE D'EXPLOITATION

*La description de l'activité ci-dessous est pour partie extraite du dossier de demande de prolongation d'autorisation de la concession réalisé en 2016 par ENCEM.*

La mine d'Orbagnoux est exploitée depuis 1861. Suite à la découverte d'indice bitumineux, une galerie a été creusée à la cote 570, le minerai étant descendu dans la vallée par charroi sur un chemin.

Dans les années 1940-45, il a été retenu d'aménager une sortie basse. Pour ce faire, le travers banc cote 450 et le montage ont été creusés.

Le travers banc est une galerie sub-horizontale, longue de 700 m, qui permet d'accéder au gisement à exploiter en traversant des bancs de calcaires dépourvus de minerai. Le travers banc permet de sortir le minerai par roulage sur voie ferrée. A la sortie du travers-banc, sont installées les activités liées à l'exploitation de la mine et l'usine de traitement du minerai.

Le montage a été creusé de haut en bas ce qui fait qu'il aurait pu être appelé descenderie. Il permet la circulation d'air en direction de la galerie de la Dorches cote 570. Il permet également de disposer d'un accès de secours en cas de d'accident au niveau du travers banc par exemple.

Le montage sépare un quartier Sud où l'exploitation a été arrêtée suite à d'importantes venues d'eau, et un quartier Nord où les travaux d'exploitation sont conduits aujourd'hui.

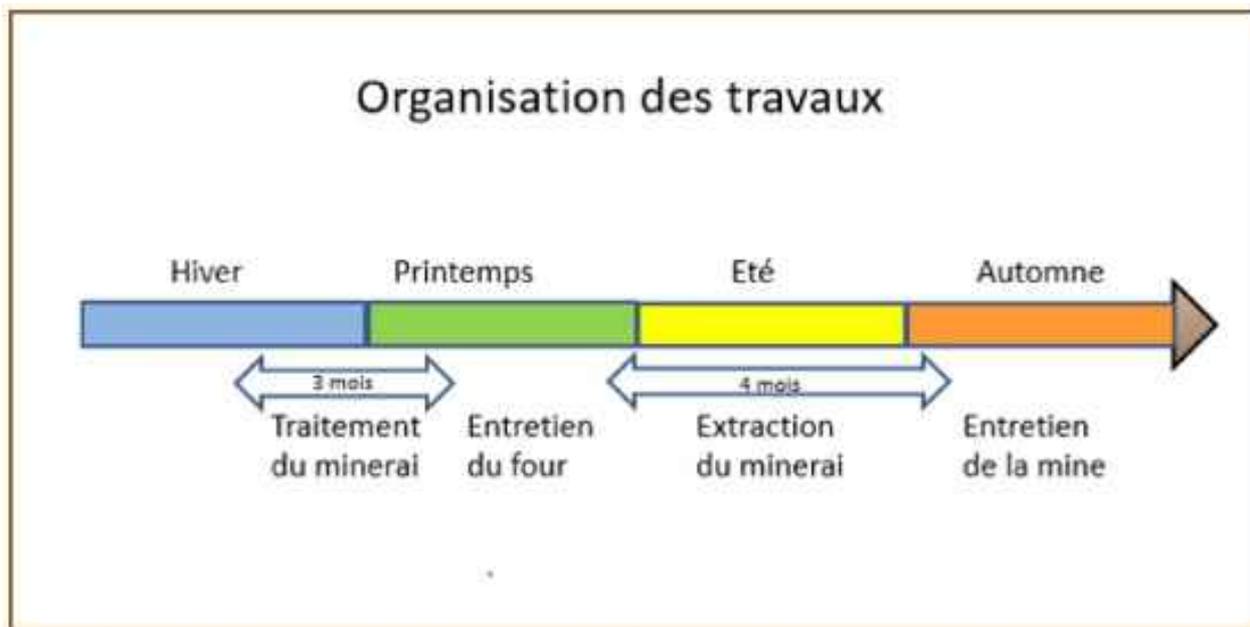
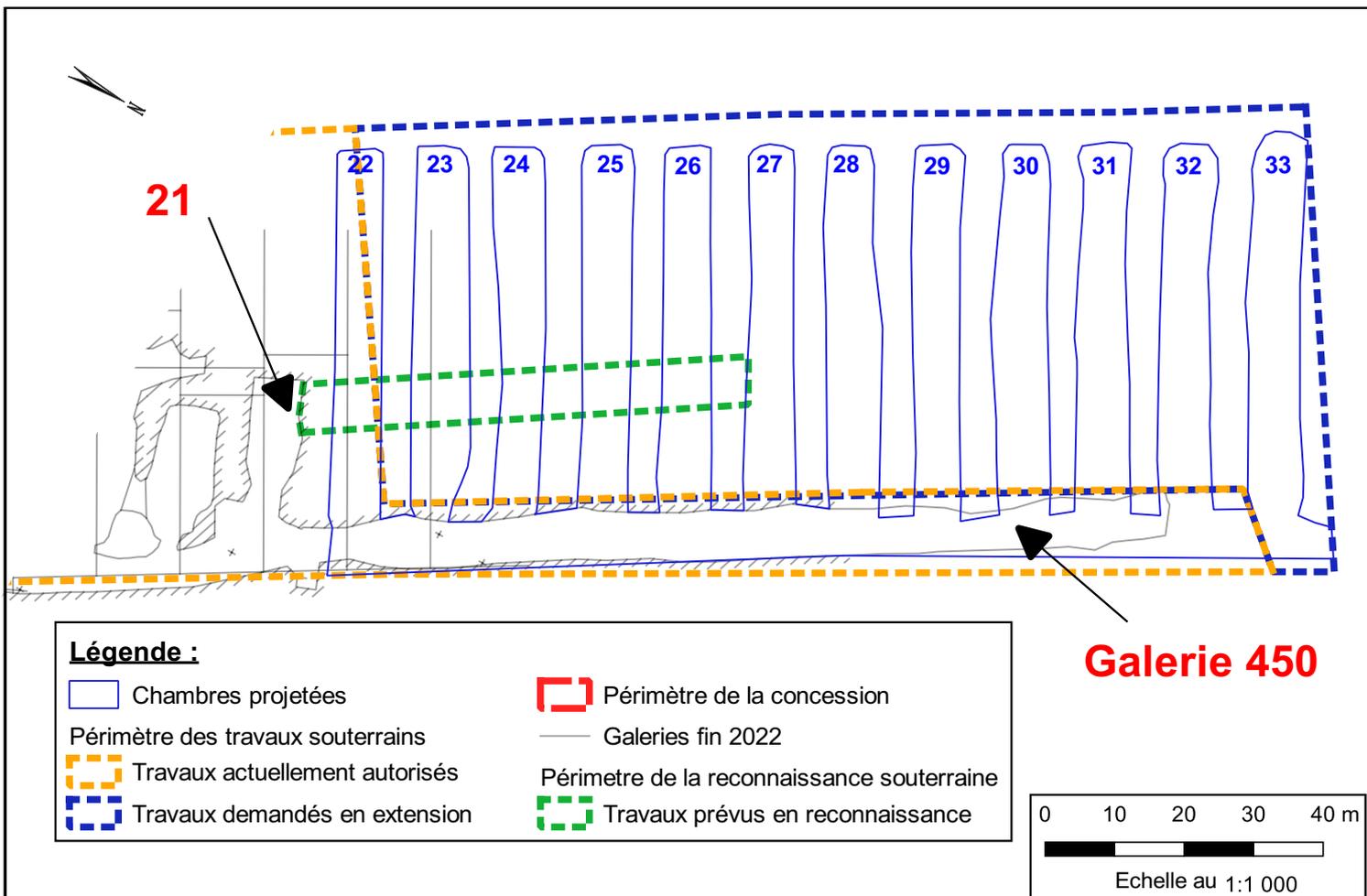
La mine est exploitée selon la technique des chambres et piliers : les chambres sont creusées à partir d'une galerie de base. Trois galeries subhorizontales ont été creusées respectivement aux cotes 570 (dite galerie de la Dorches), la plus ancienne, 450 et 480. La galerie de base actuelle est la galerie cote 450, à ce niveau le gisement présente un pendage de 38° vers l'est. Les chambres sont donc montantes vers l'Ouest, dans un axe perpendiculaire à la galerie 450 selon une pente de 38°. La dimension standard d'une chambre est de 8 m de large sur 40 m de long, avec des piliers de 4 m de large. Les plus grandes chambres peuvent atteindre une longueur maximale de 60 m en projection verticale. La galerie appelée montage (creusée en 1940-45) relie les trois niveaux. Des recoupes permettent de passer d'une chambre à l'autre sans descendre jusqu'à la galerie de base.

Pour rappel, les dimensions des chambres d'exploitation et des piliers du quartier Nord ont été définies par l'étude géotechnique de l'Ecole des Mines de Paris en 2001, actualisée en 2015 par Jacques FINE (Cf. [Annexe 5](#)). L'application de ces géométries et de la méthode d'exploitation sur la zone d'extension est justifiée par une note géotechnique de BG Ingénieurs Conseil, présentée en [Annexe 6](#).

Les chambres 15 à 19 ont été entièrement exploitées. Les chambres 20 et 21 sont en cours d'exploitation. Les travaux de recherche mentionnés dans l'arrêté du 25/11/2015 ont été réalisés : la galerie de reconnaissance 450 atteindra les 150 m autorisés depuis la chambre 21 en 2023. Cette galerie permet de se projeter sur l'exploitation du gisement à partir des chambres montantes 21 à 33.

Cette situation fin 2022 ainsi que l'activité projetée est illustrée sur plan à la [Figure 2](#) avec un zoom à la [Figure 7](#).

Le principe d'exploitation avec des vues en coupe de la mine est illustré à la [Figure 8](#).



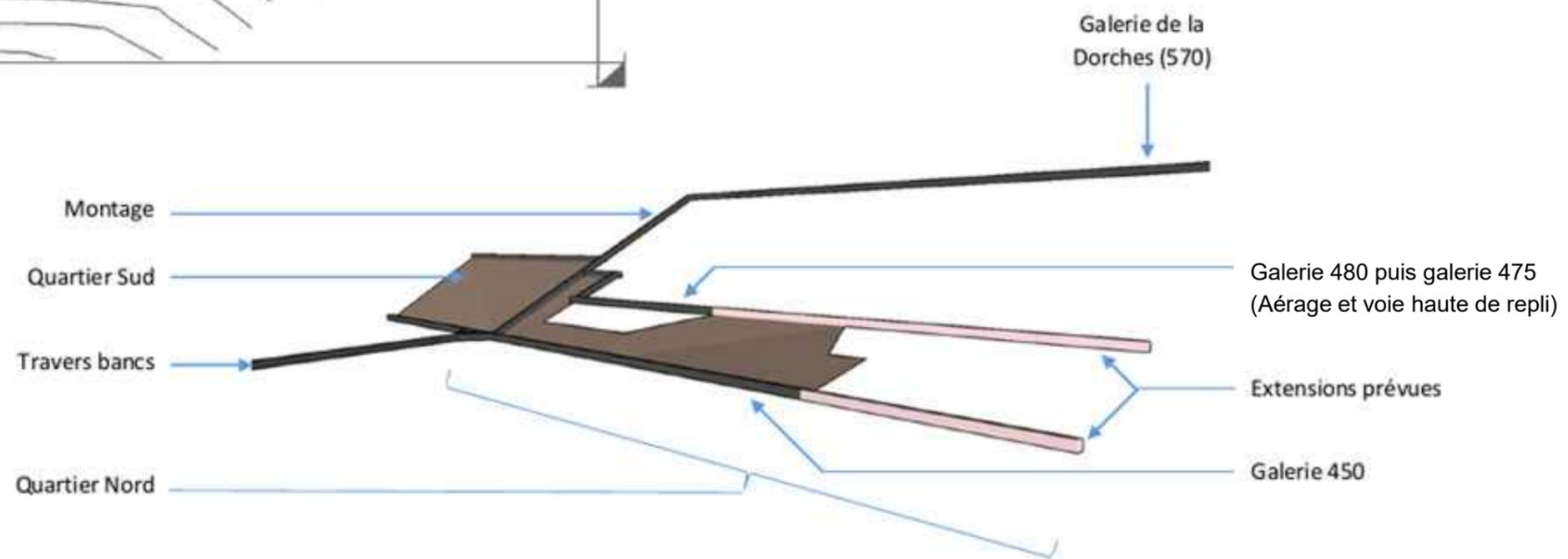
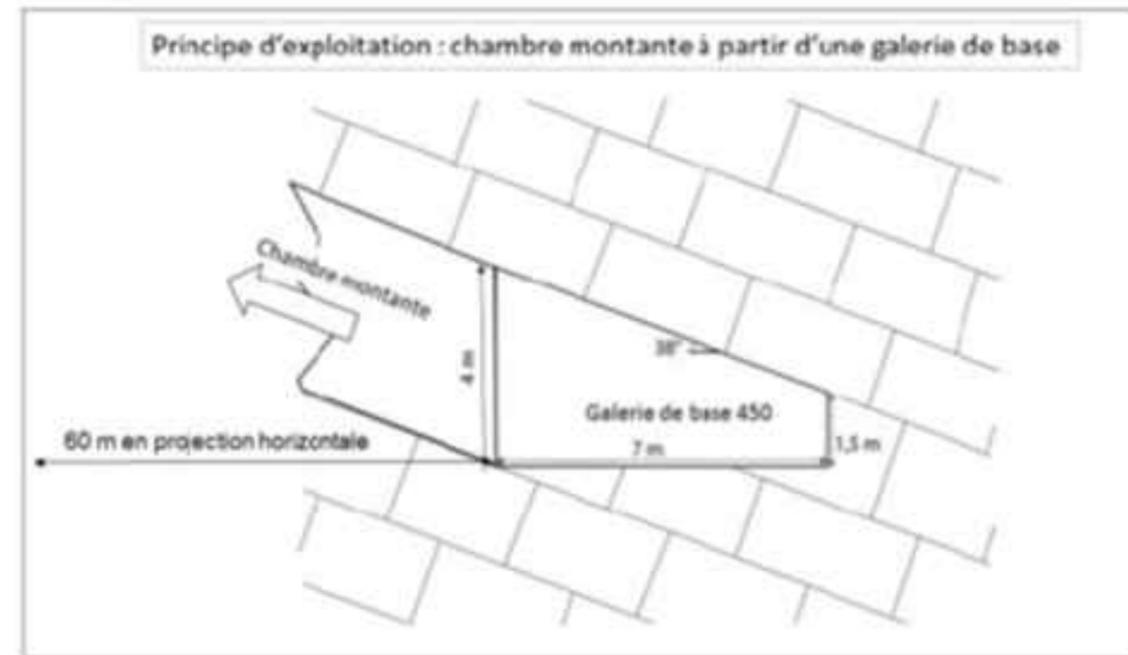
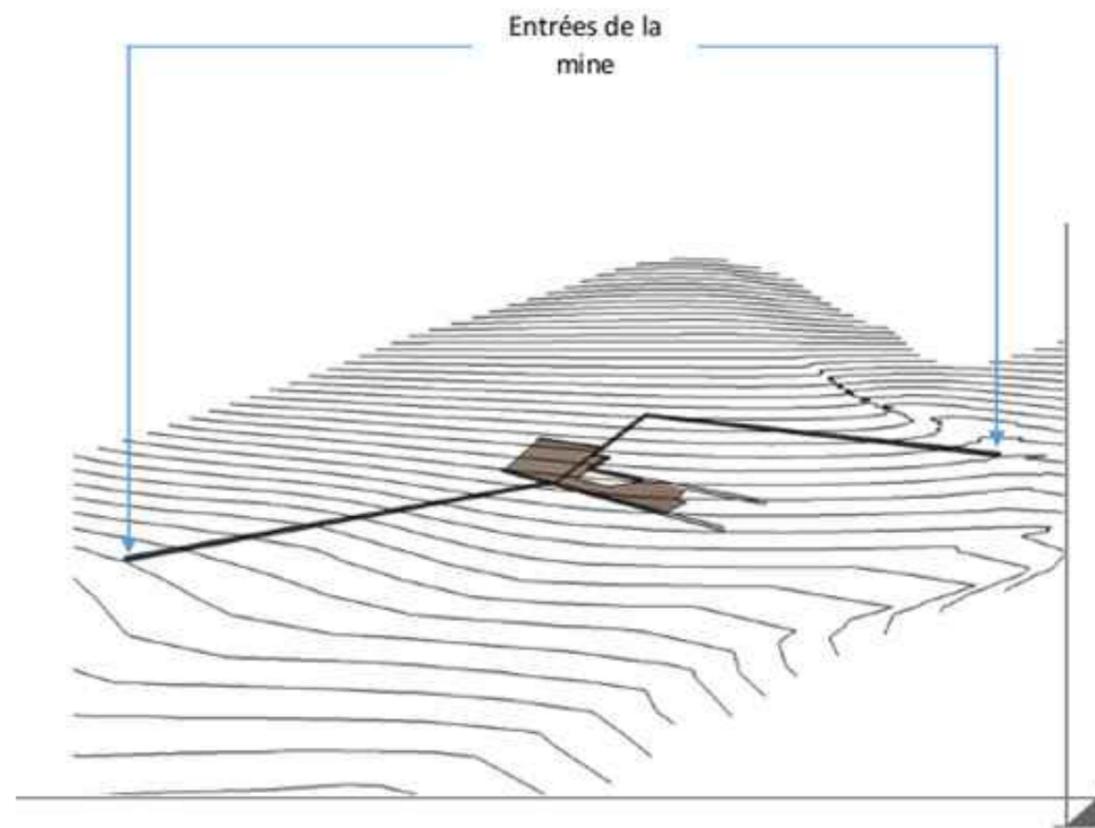
Organisation des travaux au cours d'une année standard

**Société des Mines d'Orbagnoux - Corbonod (01)**  
 Demande d'Autorisation Environnementale  
 Tome 2 : Mémoire Technique

**Zoom sur l'activité projetée**

Sources : SMO / OLMi / ABO-GéoPlusEnvironnement







**Chargeuse et atelier/poste avancé**



**Chambre d'exploitation vide (depuis la galerie 450)**



**Pelle et chambre en cours d'exploitation en second plan**



**Société des Mines d'Orbagnoux – Corbonod (01)**  
 Demande d'Autorisation Environnementale  
**Tome 2 : Mémoire Technique**

**Principe d'exploitation des chambres montantes  
 avec vues en coupe de la mine**

Source : ABO-GéoPlusEnvironnement – Juin 2022

Figure 8  
 2/2

## **3.2. PHASAGE DU PROJET MINIER**

Le projet d'exploitation envisagé par SMO s'étalera jusqu'à la fin de la durée de la concession autorisée, soit jusqu'au 31 décembre 2043 (soit environ 20 ans en considérant les délais liés à la procédure).

La galerie 450 d'une longueur de 150 m prévue en 2023 permet de se projeter sur l'exploitation du gisement à partir des chambres montantes 21 à 33. Cette galerie pourra être prolongée de 10 m afin d'optimiser l'exploitation de la chambre 33. Cela permettra également de vérifier

Dans la continuité de l'exploitation, en parallèle de l'instruction du dossier de demande d'autorisation, il est prévu réaliser une galerie de reconnaissance à la côte 475 m NGF depuis la chambre 21, en parallèle de la galerie 450.

La chambre en bout de la galerie 475 (a priori chambre 26) pourrait ainsi être exploitée dès l'obtention de l'arrêté d'autorisation. Cela permettrait d'améliorer la circulation de l'air dans la mine, et d'assurer une voie de repli haute pour les collaborateurs avec la mise en place d'un escalier.

Le gisement exploitable reconnu par chambre correspond à une durée d'extraction de 2,5 ans au rythme actuel (1 500 t de minerai par an) et environ 2 ans au rythme maximal demandé. Les chambres seront réalisées dans l'ordre de numérotation croissant, les unes après les autres, afin de maîtriser les contraintes techniques spécifiques aux travaux miniers souterrains (aéragé, stabilité et évacuation du minerai, santé sécurité des collaborateurs notamment).

L'interception d'accidents géologiques avec des venues d'eau conséquentes ou une dégradation locale des conditions de stabilité peuvent réduire le volume de gisement exploitable.

Pour tenir compte de ces difficultés, Dr Gstrein considère une perte de 1/3 du gisement, ce qui conduit à prévoir 12 chambres au lieu des 8 qui seraient prévues sur la base d'une extraction optimisée.

C'est pourquoi les investigations pourront être conduites à l'avancement, avec la réalisation de forages de 15 m au niveau des futures chambres d'exploitation. Celles-ci pourront être réalisées depuis la galerie 475 et la galerie 450.

Les deux dernières années (années 19 et 20) seront consacrées à la finalisation des travaux de remise en état, qui auront été menés, autant que possible, de façon coordonnée à l'exploitation.

Les opérations souterraines projetées et l'organisation des travaux sont représentées sur plan à la Figure 7.

En cas d'impossibilité d'exploitation une chambre, elle sera condamnée et la suivante sera exploitée, et ainsi de suite.

## **3.3. AERAGE**

Le dispositif actuel d'aéragé a été dimensionné par SUB'ROCA et AVEC Ingénierie France.

Le réseau d'aéragé est mis à jour régulièrement, sur la base des mesures d'aéragé réalisées annuellement par AVEC Ingénierie France.

Une étude d'aéragé pour le projet d'extension a été réalisée par SUB'ROCA / AVEC (Cf. Annexe 7)

Les données ci-dessous sont extraites des études réalisées jusqu'à présent et du manuel d'exploitation et de sécurité.

Les besoins d'air frais au front sont évalués à 7 000 m<sup>3</sup> / 8h, et l'atmosphère est contrôlée pour s'assurer d'une évacuation efficace des fumées de tir et d'échappement des moteurs diesel.

Seuls un chargeur CTX de 36 ch et une mini pelle de 19 ch sont susceptibles de fonctionner dans la mine. Pour dimensionner le débit d'air neuf nécessaire pour diluer les gaz nocifs émis par les fumées d'échappement des engins à moteur thermique, le critère R494 de la CNAMTS qui recommande 0,05 m<sup>3</sup>/s d'air neuf par cheval moteur a été appliqué. Compte tenu que ces deux engins ne fonctionnent jamais en même temps, le débit d'air neuf doit au minimum être égal à 1,8 m<sup>3</sup>/s.

L'aéragé est programmé automatiquement 2h avant et après le poste unique, ce qui diminue considérablement l'attente avant le contrôle de l'atmosphère.

Dans tous les cas, les travaux ne reprennent dans le chantier que si la qualité de l'air le permet.

Le schéma du dispositif projeté d'aéragé est présenté à la Figure 9.

Le dispositif d'aéragé actuel de la mine est illustré à la Figure 10.

Dans la mine, l'aéragé primaire s'établit naturellement du fait de la dénivelée entre la galerie de tête et le Travers-Banc (TB) de base à travers le montage principal.

Afin de satisfaire en toutes circonstances aux besoins en air frais pour l'aéragé secondaire forcé, une ventilation mécanique est installée à l'entrée du TB. Ce ventilateur accélérateur non cloisonné pallie en particulier les inversions du courant d'air naturel.

Le chantier Sud est fermé pour éviter des pertes et fournir le maximum d'air au chantier Nord.

D'une façon générale, l'aéragé primaire est dévié en obturant toutes les sorties possibles pour faire circuler l'air au plus près du chantier en exploitation.

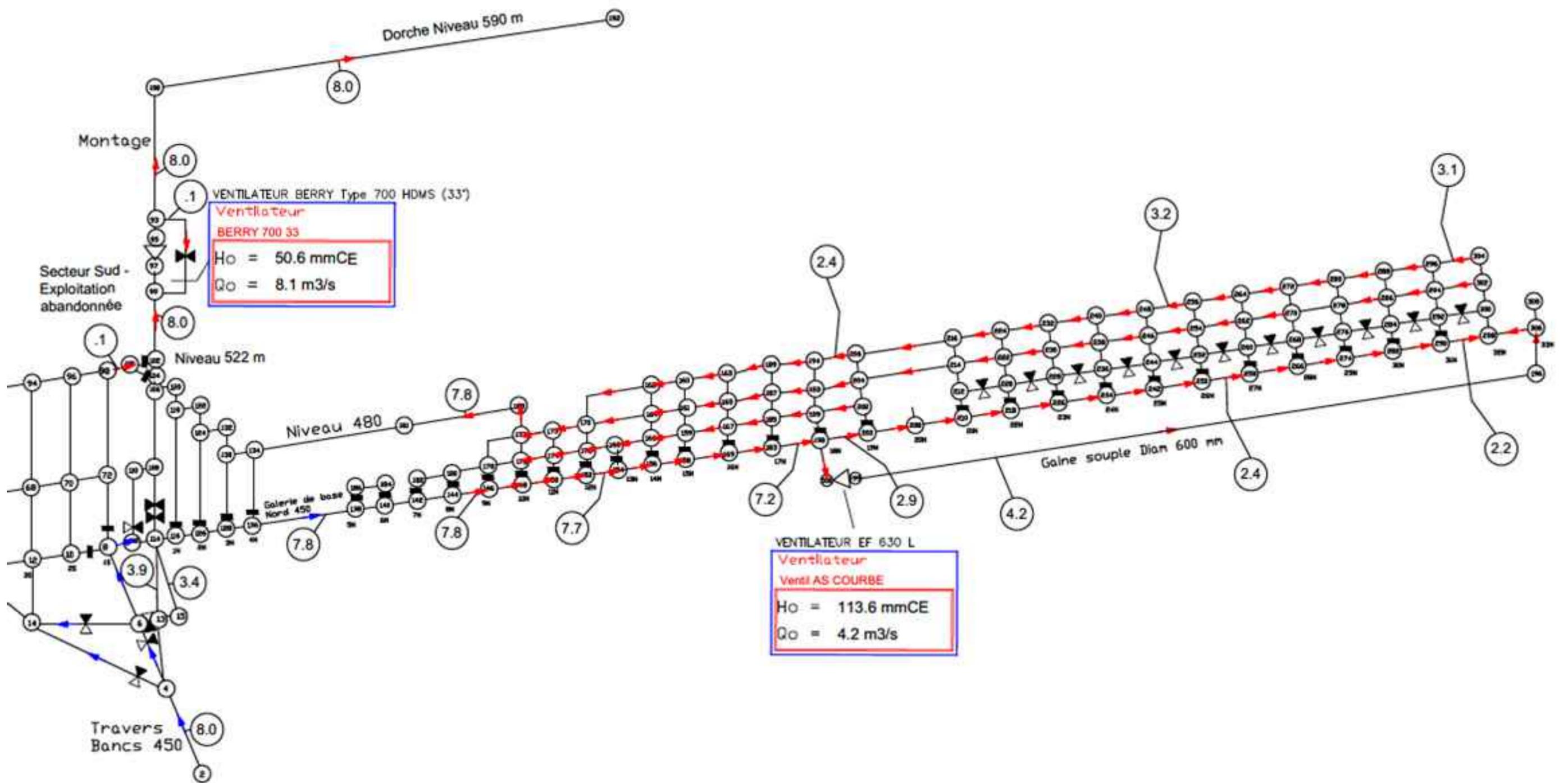
Sous l'action du ventilateur principal BERRY type 700 HDMS de 22 kW, le débit d'air total de la mine est égal à 8,0 m<sup>3</sup>/s quelle que soit la période considérée du projet d'exploitation de la Chambre 21 à la Chambre 33.

Une ligne d'aéragé secondaire équipée d'un ventilateur axial EF Ø630 L et d'une gaine souple Ø600 aère successivement les chantiers d'exploitation des Chambres 21 à 33 avec un débit d'air variant de 4,9 à 4,1 m<sup>3</sup>/s selon la longueur de la gaine. Ce débit d'air est supérieur au débit d'air minimum requis pour la dilution des gaz nocifs issus des fumées d'échappement des engins Diesel.

Afin d'assurer l'aéragé sur l'ensemble des parties en cours d'exploitation, les chambres et parties abandonnées (secteur Sud) sont fermées à l'avancement (cloisonnement béton dès que possible).

Entre chaque chambre, trois recoupes sont effectuées. Les recoupes inférieures sont fermées lorsque la recoupe supérieure est ouverte.

Dans les couloirs d'accès (partie Sud/partie Nord ou galerie 450/galerie de la Dorches), la maîtrise de l'aéragé est effectuée à l'aide de portes d'aéragé. Ce dispositif permet d'assurer constamment le renouvellement de l'air dans la mine, avec un sens global unique de circulation de l'air. Ainsi, l'air frais est directement dirigé vers les zones en activité.



LES MINES D'ORBAGNOUX	Service : Etudes	<b>LEGENDE</b> Débit d'air calculé (m3/s) Sens d'écoulement au retour d'air Sens d'écoulement en entrée d'air Ventilateurs principaux SAS et portes de réglage fermées et ouvertes
Projet de renouvellement d'autorisation d'exploiter	Dessinateur : GE	
ANNEXE 7 - CONFIGURATION 3 : Schéma d'aérage	Approbateur : JMB	
Exploitation de la Chambre 33	Format : A3	
	Date : 28/09/2022	
	Indice : A	
	Page 1/1	



Société des Mines d'Orbagnoux – Corbonod (01)  
 Demande d'Autorisation Environnementale  
 Tome 2 : Mémoire Technique

Schéma de l'aérage projeté de la mine  
 Source : SUB'ROCA Septembre 2022

Figure 9



1<sup>ère</sup> intersection : accès limité (Sud) et ouvert (Nord)



Porte d'aérage



Cloisonnement/ fermeture d'un accès



Barrage de fermeture du travers-banc Nord



Porte d'aérage avec interdiction d'accès (partie Sud non aérée)

### **3.4. EAUX D'EXHAURE**

Les eaux d'exhaure de la mine sont canalisées par le « carnet » présent dans la galerie 450. Ce carnet est prolongé au fur et à mesure de l'avancée de la galerie 450 et de l'exploitation, et permet l'évacuation complète des eaux d'exhaure via le travers-banc puis l'accès principal à la mine, en gravitaire.

Les eaux d'exhaure passent ensuite par un bac de décantation en sortie de la mine, où sont effectués les prélèvements pour le suivi qualitatif des eaux. La surverse du bac est rejetée vers le milieu naturel et forme ainsi le ruisseau de la mine.

Le niveau d'eau est suivi en entrée de la mine à l'aide d'une échelle limnimétrique, qui indique la hauteur d'eau actuelle dans le carnet. Il est relevé quotidiennement : en cas de dépassement du seuil (limite jaune à 70 cm sur l'échelle), l'accès à la mine est interdit.

L'ensemble de ces informations est repris, détaillé et illustré dans le Tome 3 : Etude d'Impacts.

### **3.5. TIRS DE MINE**

L'exploitation minière souterraine par la méthode des chambres montantes nécessite la réalisation de tirs de mine.

Ceux-ci sont réalisés pendant la période d'exploitation de la mine, en été, une fois par semaine, le vendredi en fin de matinée (fin de poste), jour d'arrêt du travail hebdomadaire. Chaque tir nécessite entre 5 et 100 kg d'explosifs. La réalisation des tirs le vendredi permet l'évacuation pendant le week-end des gaz émis, et ce préalablement à la reprise du travail le lundi suivant.

Les tirs sont effectués dans les règles de l'art, selon un plan de tir préalablement établi. Un protocole spécifique aux tirs de mine est en place et détaillé dans le manuel d'exploitation et de sécurité ainsi que dans les fiches de poste du foreur, du boute-feu et de l'aide boute-feu, présentées dans le Document Unique d'Evaluation des Risques Professionnels de SMO, disponible à l'accueil du site. Ce DUERP correspond au Tome 6 du présent dossier.

Les produits explosifs utilisés sont des émulsions encartouchées ainsi que des détonateurs électriques ou non électriques. Ils sont entreposés sur la plateforme technique dans le local fermé dédié, muni d'un accès sécurisé conformément à la réglementation en vigueur. Ce local se situe au même niveau que l'accès principal à la mine (450 m NGF).

Avant de procéder à l'approvisionnement du chantier en explosifs et détonateurs, le boute-feu valide le plan de tir et met en place les précautions préalables au tir de mine (évacuation du matériel non nécessaire au tir, vérification de l'état du front, évacuation du personnel et des intervenants et restrictions d'accès au chantier du tir, application de l'interdiction de mise à nue d'une source d'énergie (fumer, chalumeau, portable...)).

Le transport d'explosifs sur site est effectué par le personnel habilité.

Les détonateurs et explosifs sont récupérés de manière séparée sur l'aire de chargement / déchargement et sont transférés séparément à l'aide d'un chariot mécanique (type brouette) jusqu'au 5<sup>ème</sup> wagon, qui les achemine dans la mine.

De manière générale, les mines peuvent être non bourrées si elles sont constituées d'une file de cartouche dont la continuité est assurée :

- soit par contact direct entre elles ;
- soit par cordeau détonant.

La distance entre l'orifice du trou et la partie antérieure de la charge doit être au moins :

- De 0,20 mètre pour les mines de longueur inférieure à 0,60 m.
- Un tiers de la longueur du trou pour les mines dont la longueur est comprise entre 0,60 m et 1,50 mètre.
- De 0,50 mètre pour les mines de longueur supérieure à 1,50 mètre.

La charge est calée par le dispositif agréé fourni par SMO.

Le circuit de tir est mis en place par le boute-feu, appuyé par l'aide boute-feu, conformément au plan de tir réalisé au préalable. Le boute-feu s'assure de la bonne mise en place de l'Ohm-mètre, de l'exploseur, de la volée et de la ligne de tir.

Il procède au tir et avec l'ensemble des mesures de sécurité associées, puis s'assure du fonctionnement de la ventilation pendant 3 minutes. Il évacue ensuite la zone avec l'ensemble des personnes présentes, et le passage est fermé par une chaîne avec un panneau « accès interdit ».

Il attend ensuite l'évacuation complète des fumées et s'assure de la qualité de l'air ambiant (à l'aide d'un appareil de mesure (Dräger) avant de procéder aux vérifications d'après tir (contrôles visuels du toit, des parements, des résultats du tir : front, aspect, granulométrie des minerais abattus, recherche d'explosifs imbrulés...) et prend si nécessaire des mesures complémentaires (éventuelles purges du toit/des parements, récupération des explosifs présents dans les déblais et remise à feu des ratés si mines amorcées et fils intacts avec protocole spécifique...).

Un exemple de plan de tir est présenté à la *Figure 11*.

### **3.6. MARINAGE DU MINERAI**

La pente formée dans la chambre d'exploitation suite aux tirs de mine permet de mariner le minerai de manière gravitaire, jusqu'à la galerie 450.

Un treuil avec câble, la mini-pelle et les outils manuels permettent si nécessaire de tirer le minerai. Les déblais sont éventuellement réduits manuellement à la masse, avant chargement dans les berlines à l'aide de la mini-chargeuse.

Le minerai est ensuite transporté par les wagons et le locotracteur électrique sur les rails de la galerie 450 et du travers-banc jusqu'au hangar à minerai et au concasseur.

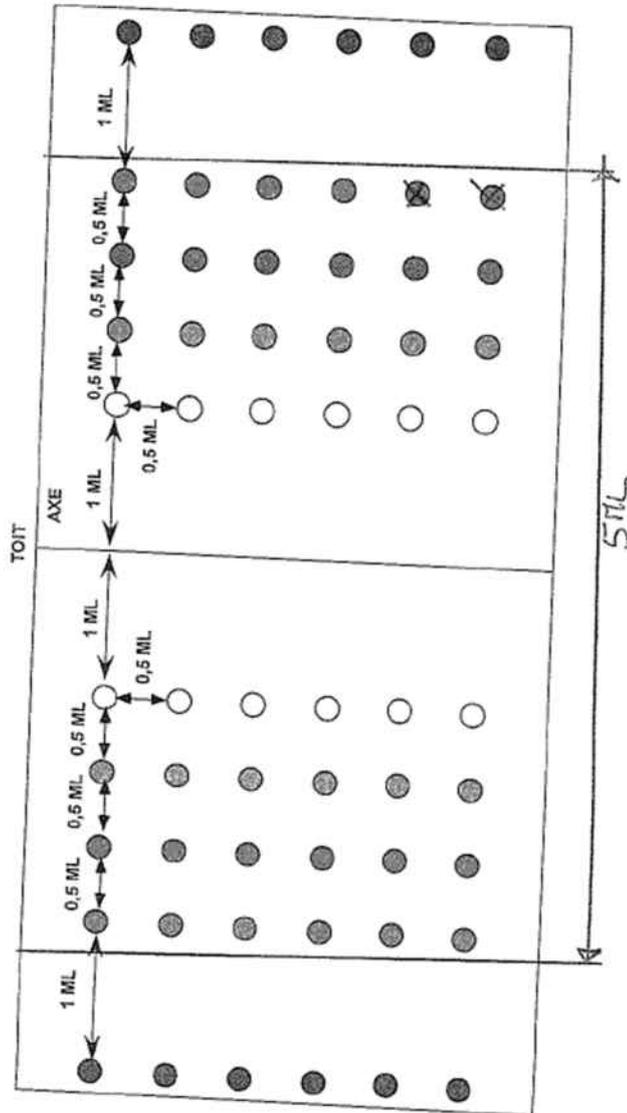
### **3.1. HORAIRES ET PERIODE DE FONCTIONNEMENT**

En période d'extraction, la mine fonctionnera 10 heures par jour, de 07H00 à 17H00, du lundi au vendredi, environ 4 mois dans l'année (principalement l'été). L'entretien de la mine sera effectué tout au long de l'année, avec un pic d'activité en automne (fin de la période d'extraction), sur ces mêmes horaires.

**LES MINES D'ORBAGNOUX**  
**PLAN DE TIR - CHANTIER**

Date : 23/07/21

Fiche de tir n° 009



**Paramètres :**

Résistance ligne :		Ohms
Résistance tir :	58,5	Ohms
Résistance totale :	90,5	Ohms
Contrôle :		Ohms
Nombre de détonateurs :	45	
Nombre de cartouches :	160	
Vérification :	OK	
Ø de foration :	39	
Longueur de foration :	90 ML	
Remarques :		

Légende :

- N°0 ● N°1 ● N°2 ● N°3 ● N°4

Boute-feu :

*Daniel Collier*

Responsable :

*Daniel Collier*

Société des Mines d'Orbagnoux – Carbonod (01)  
 Demande d'Autorisation Environnementale  
 Tome 2 : Mémoire Technique

Exemple de plan de tir  
 Source : SMO

Figure 11

## 4. PROJET DE REMISE EN ETAT EN FIN D'EXPLOITATION

### 4.1. ACTIONS EN SOUTERRAIN

A l'issue de la période d'exploitation, les 2 accès à la mine site seront fermés.

Des grilles favorables aux passages des chiroptères seront conservées au niveau de ces accès.

L'ensemble des équipements de la mine seront démontés et évacués (système de ventilation, réseau électrique, réseau téléphonique...).

Les passerelles métalliques seront découpées si nécessaires et évacuées de la mine.

Deux autres paramètres sont à prendre en compte pour les actions en souterrain :

- La présence d'eau ;
- La stabilité du massif.

#### 4.1.1. Evacuation des eaux souterraines

Aujourd'hui l'eau drainée par la mine s'écoule par le carnet qui suit le travers-banc. Il n'existe pas de solution pour supprimer cet écoulement. Il est donc nécessaire de maintenir cette circulation d'eau.

Le portail situé à l'entrée du travers-banc sera donc vérifié et si besoin renforcé, il permet d'exécuter des visites périodiques et d'accéder au carnet pour assurer l'entretien qui apparaîtrait nécessaire.

#### 4.1.2. Stabilité du sous-sol

Les expertises conduites à ce jour montrent que la stabilité d'ensemble n'est pas remise en cause par la méthode d'exploitation projetée.

Toutefois, l'interception de failles, fissures ou d'anomalies géologiques qui pourraient être rencontrées dans le futur représentent un aléa non négligeable.

Une expertise géologique et géotechnique sera donc réalisée lors de l'arrêt définitif des travaux. Elle portera sur l'ensemble de la mine. Les prescriptions seront prises en compte, elles pourront comprendre des confortements ou du foudroyage.

### 4.2. ACTIONS AU JOUR

#### 4.2.1. Remise en état du terriil

Les stocks de résidus de pyrogénéation seront progressivement et intégralement évacués pour valorisation au cours des 20 années à venir, permettant un retour à la topographie initiale sur la partie Sud-Est du site.

Les 2 exutoires principaux envisagés sont les suivants :

- **Les chantiers de proximité**, pour **valorisation en remblai** compacté, technique routière ou analogue dès lors que le matériau en place est **revêtu**. Cette solution sera privilégiée tout au long de l'exploitation ;
- **Une cimenterie ou une activité similaire**, pour **valorisation matière** des calcaires dans un process de fabrication.

Une réflexion a été conduite pour utiliser ces matériaux en remplissages d'anciennes chambres et galeries d'exploitation. Elle est présentée en annexe du PGDE (Cf. Tome 2 : Mémoire Technique).

Celle-ci conclut que la sécurisation des chambres avant les travaux de remblaiement constitue une difficulté majeure : il s'agit d'un chantier très lourd, complexe et à risques pour les mineurs purgeurs. Cette option n'a donc pas été considérée.

La quantité totale de résidus à évacuer est estimée à **31 600 m<sup>3</sup>** (dont environ 10 000 m<sup>3</sup> en place en mai 2023).

En considérant les 20 ans projetés en demande d'autorisation, le rythme d'évacuation annuel moyen serait donc de 1 580 m<sup>3</sup>/an, soit environ 3 480 t/an. La valorisation en chantiers de proximité sera favorisée, ce rythme moyen sera assuré si nécessaire par l'acceptation des matériaux en cimenterie ou activité similaire.

Par ailleurs, un volume de 1 600 m<sup>3</sup> de terres végétales extérieures sera accueilli sur le site pour le remodelage et la remise en état finale, afin d'assurer la structure et la cohésion des sols.

Les principes de manipulation et de régalage de la terre végétale sont illustrés à la Figure 12.

La procédure de cessation d'activité soumise à autorisation, incluant un mémoire de cessation (validé par une ATTES-SECUR) ainsi qu'un diagnostic de pollution des sols (validé par une ATTES-MEMOIRE) et si nécessaire des travaux de réhabilitation (validés par une ATTES-TRAVAUX) sera mise en œuvre. Les terrains sous-jacents seront enherbés, et le fossé et les bassins seront démantelés et comblés.

## 4.2.2. Autres actions au jour

L'entreprise assurera le démantèlement et l'évacuation de ses installations du jour : démontage et évacuation de l'ensemble des composantes de l'usine : machines, bâtiment, four, canalisation...

Les différents éléments seront triés :

- Les machines en état seront revendues ou réemployées sur un autre site.
- La matière qui peut être recyclée sera dirigée vers des organismes de recyclage (recyclage de ferraille par exemple).
- Les déchets restant seront dirigés vers des lieux d'élimination ou de stockage adaptés.

Les cuves seront traitées selon les opportunités en respectant la réglementation en vigueur, après avoir été purgées de tout liquide résiduel, elles seront évacuées ou maintenues sur place après avoir été comblées à l'aide d'un matériaux inerte (sable).

Un diagnostic des sols sera conduit pour s'assurer de l'absence de pollution résiduelle. Si une pollution était révélée, elle sera traitée en fonction de sa nature. A priori, les terres seraient décapées et expédiées vers un lieu de traitement adapté.

Lorsque l'ensemble des opérations décrites ci-dessus auront été réalisées un nivellement des terrains sera conduit de sorte à restituer une topographie harmonieuse. Ce nivellement sera suivi d'un ensemencement à l'aide d'un mélange à base de graminées en privilégiant les variétés d'origine locale, à l'exception de la zone des bassins des eaux de refroidissement qui sera aménagée en mare de faible profondeur (30-40 cm) favorable à l'accueil des amphibiens.

Les locaux sociaux seront conservés, puisqu'ils sont compatibles avec un autre usage industriel du site. L'accès à la mine depuis la RD991 sera également conservé, pour l'entretien du carnet et du bac de décantation.

Le plan du projet de remise en état est présenté à la Figure 13.

La terre se casse avec peine sous les doigts	<b>La terre peut être manipulée</b>
La terre s'effrite sous la pression des doigts	Affiner par le test du "boudin" et l'observation des conditions météorologiques
La terre se déforme ou se pétrit sans se briser	<b>La terre ne peut pas être manipulée</b> des compactages irréversibles seraient produits si elle était manipulée ou si un engin roulait dessus

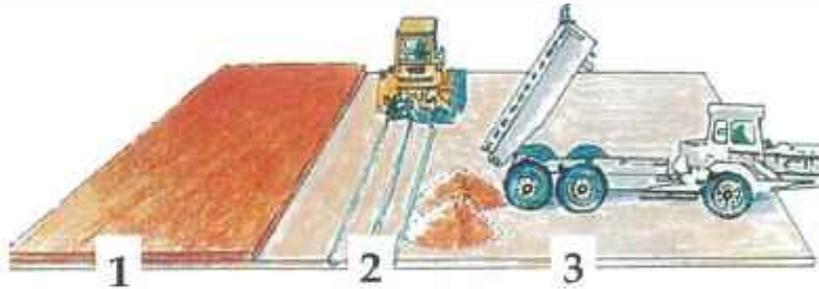
**Test manuel de plasticité, détection des conditions correctes de manipulation du sol**

(Hasinger et al., 1993)

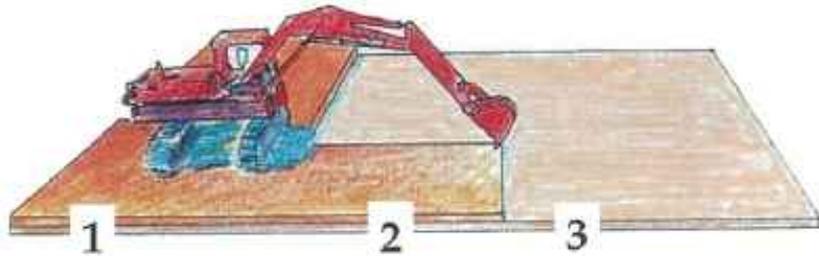


Le boudin se fissure : **la terre peut être manipulée**

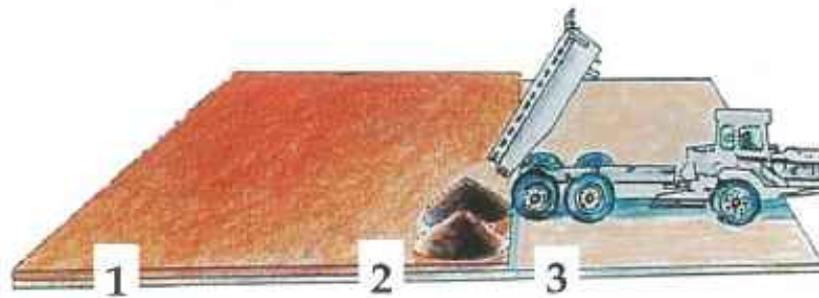
Le boudin ne se fissure pas : **la terre est trop humide elle ne peut pas être manipulée**



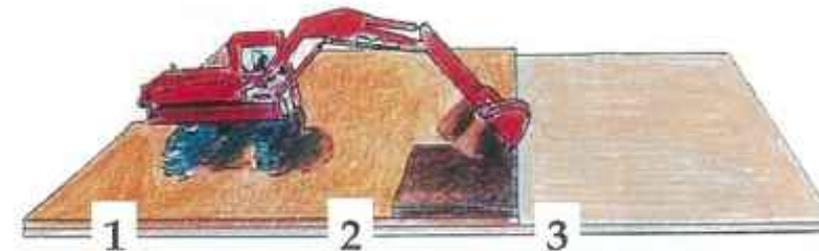
1 – Rippage de la bande 2 et apport de la couche inférieure, sans roulage des dumpers sur la bande 2.



2 – Régalage de la couche inférieure par une pelle montée sur chenilles, circulant sur la bande 1 terminée ; travail presque exclusivement en rétro.



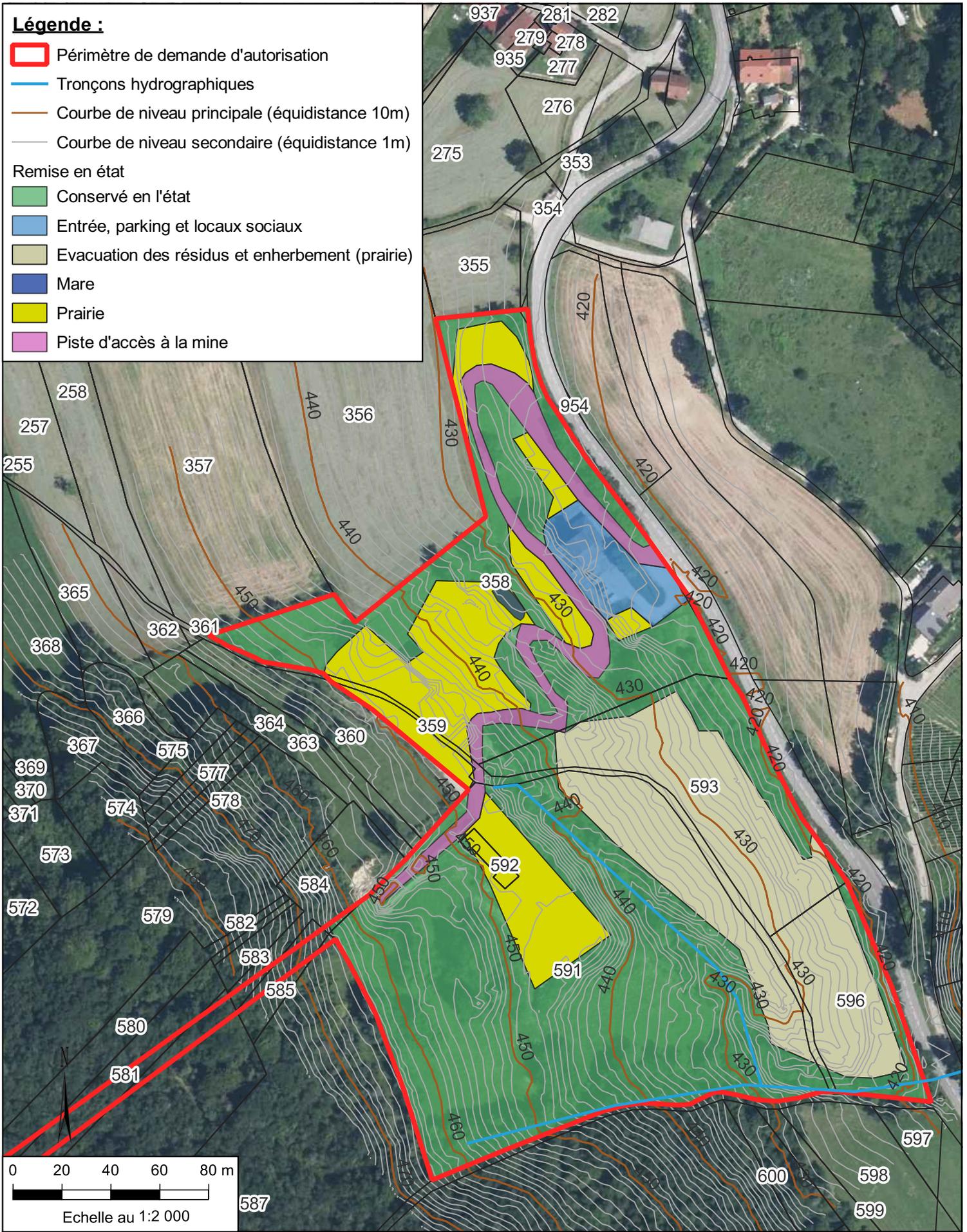
3 – Apport de la couche supérieure sur la bande 2. Le ben-nage doit être fait sur la couche inférieure, quitte à monter les roues arrière, pour ne pas gaspiller la terre sur le soubassement de la bande 3.



4 – Régalage de la couche supérieure par une pelle montée sur chenilles circulant sur la bande 1 terminée. Travail aisé en rétro, y compris pour la reprise de terre versée éventuellement sur le soubassement.

**Légende :**

-  Périmètre de demande d'autorisation
-  Tronçons hydrographiques
-  Courbe de niveau principale (équidistance 10m)
-  Courbe de niveau secondaire (équidistance 1m)
- Remise en état
  -  Conservé en l'état
  -  Entrée, parking et locaux sociaux
  -  Evacuation des résidus et enherbement (prairie)
  -  Mare
  -  Prairie
  -  Piste d'accès à la mine



**Société des Mines d'Orbagnoux - Corbonod (01)**

*Demande d'Autorisation Environnementale*

**Tome 2 : Mémoire Technique**

**Plan du projet de remise en état**

Sources : IGN / SMO / ABO-GEO+



Figure 13

## **5. CALCUL DES GARANTIES FINANCIERES**

### **5.1. FONDEMENT REGLEMENTAIRE**

L'article 4.2 de l'ex-loi du 19 juillet 1976 (Codifié à l'art. L.516-1 du Code de l'Environnement) relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement introduit l'obligation de constitution de garanties financières, pour la mise en activité de certaines installations classées, notamment les installations de stockage des déchets.

L'article 4.2 du Décret n° 2010-1389 du 12 novembre 2010 relatif à l'obligation de constituer des garanties financières avant l'ouverture de travaux d'exploitation de mines modifié par le Décret n°2022-1485 introduit également cette obligation pour la réalisation de travaux miniers.

Dans sa circulaire du 9 mai 2012, Monsieur le Directeur Général de la Prévention des Risques fait les recommandations nécessaires à la mise en œuvre de ces garanties pour ce qui concerne les carrières et les stockages des déchets de l'industrie extractive, et notamment des déchets non inertes et non dangereux issus de l'industrie extractive (rubrique 2720 des ICPE).

L'attestation de garanties financières prendra la forme d'un acte de cautionnement solidaire, établi conformément au modèle défini par l'arrêté ministériel du 1er février 1996 modifié par l'Arrêté du 30 Avril 1998.

Cet acte de cautionnement solidaire sera fourni à M. le Préfet soit par un établissement de crédit, soit par une société d'assurance, au terme de la procédure réglementaire d'autorisation, en même temps que la déclaration de début de travaux.

L'annexe 2 de la circulaire du 9 mai 2012 fixe les règles de calcul du montant des garanties financières pour une installation de stockage de déchets classés 2720 selon la méthode de calcul aux coûts réels ou selon la méthode de calcul forfaitaire. La Circulaire du 9 mai 2012 est fournie en Annexe 8.

### **5.2. MONTANT DES GARANTIES ET MODALITES DE CONSTITUTION**

#### **5.2.1. Installations de stockage de déchets non inertes et non dangereux issus de l'industrie extractive**

Pour les installations de stockage de déchets classés 2720, la formule de calcul forfaitaire est la suivante :

$$CR = C2 \times S_{2720} \times I_{2720}$$

Avec :

- **CR** : montant de référence des garanties financières pour la période considérée (5 ans)
- **C2** : 36 290 €/ha pour les 5 premiers hectares, puis 29 625 €/ha pour les 5 suivants, et 22 220 €/ha au-delà (fixée par l'Arrêté du 9 février 2004 relatif à la détermination du montant des garanties financières de remise en état des carrières) ;
- **S<sub>2720</sub>** : surface de l'installation 2720 en chantier pendant la période garantie ;
- **I<sub>2720</sub>** : coefficient de majoration pour les installations classées 2720, de 0,35 dans notre cas :

Type de stockage	I <sub>2720</sub>
Bassin enterré	0,40
Bassin endigué	0,30
Dépôt de surface et verse à flanc de relief	S <sub>2720</sub> ≤ 5 ha : 0,35 5 < S <sub>2720</sub> ≤ 10 ha : 0,25 S <sub>2720</sub> > 10 ha : 0,15
Verse dans une fosse	0

En considérant une surface maximale du terril de 0 ha 86 a 00 ca (surface en 2023), le montant de référence des garanties financières serait de 10 924 € par phase quinquennale pour le terril.

La circulaire du 9 mai 2012 ne prévoit pas de formule d'actualisation de ces garanties.

## 5.2.2. Remise en état de la mine

Une évaluation des coûts de démantèlement a été réalisée en juin 2016, dans le cadre du dossier de demande de prolongation de la concession.

La sécurisation des entrées de la mine ainsi que le démantèlement des infrastructures et l'évacuation des éléments présents dans la mine présentaient alors un coût de M = 245 000 €.

Celle-ci a été actualisée sur la base du dernier index TP01 (index général tous travaux publié mensuellement par l'INSEE) connu en septembre 2023. Pour cela, la formule suivante a été utilisée :

$$GF_{\text{mine}} = (\alpha_{2023} / \alpha_{2016}) \times M$$

Et :  $\alpha = (\text{Index} / \text{Index}_0) \times ((1 + \text{TVAR}) / (1 + \text{TVA}_0)) = 1,3676$  (en septembre 2023)

- **Index** : indice TP01 utilisé lors de l'évaluation des coûts de démantèlement en juin 2016. Le dernier indice connu en septembre 2023 est celui de juillet 2023. L'indice TP01 modifié donne un index = **840,3**. Cet index était de **654,1** en juin 2016 (index de mars 2016) ;
- **Index<sub>0</sub>** : indice TP01 de mai 2009, soit **616,5** ;
- **TVAR** : Taux de la TVA applicable lors de l'établissement de l'arrêté préfectoral fixant le montant de référence des garanties financières, soit **0,20** en 2023,
- **TVA<sub>0</sub>** : Taux de TVA applicable en janvier 2016, soit **0,20**.

En juin 2016, le coefficient  $\alpha$  était égal à 1,0645. En septembre 2023, ce coefficient était de 1,3676.

Le coût actualisé de la remise en état de la mine est donc de 314 756 € en septembre 2023.

## 5.2.3. Autres aspects de la remise en état

### 5.2.3.1. Démantèlement des installations extérieures

Le coût du démantèlement des installations extérieures et de sécurisation du site (évacuation des déchets, purge des réseaux, etc.) a été évalué à 1 010 000 € en juin 2016.

De la même manière que précédemment, ce coût prévisionnel actualisé à septembre 2023 est de 1 297 563 €.

### 5.2.3.2. Modelage et végétalisation

Le coût associé au modelage et à la végétalisation du site après le démantèlement des infrastructures et l'évacuation des déchets a été évalué à 200 000 € en juin 2016.

De la même manière que précédemment, ce coût prévisionnel actualisé à septembre 2023 serait de 256 943 €. Il permettrait l'accueil des 1 600 m<sup>3</sup> de terres végétales estimées pour la remise en état.

### 5.2.3.3. Suivi post-exploitation

Les coûts associés au suivi post-exploitation intègrent l'entretien du carnet, le suivi de la qualité des eaux en sortie du carnet, l'entretien de l'accès principal à la mine et des clôtures du site ainsi que le coût de la réalisation de la procédure de cessation d'activité, avec réalisation d'un mémoire de cessation (validé par une ATTES-SECUR) ainsi qu'un diagnostic de pollution des sols (validé par une ATTES-MEMOIRE), et enfin la surveillance du site (extérieure) sur les 10 années suivant la fin de l'exploitation.

En l'absence d'estimation de coût réel indiqué dans à l'annexe 2 de la circulaire du 09/05/2012, le coût forfaitaire a été estimé sur la base des formules de l'Arrêté du 31 mai 2012 relatif aux modalités de détermination et d'actualisation du montant des garanties financières pour la mise en sécurité des installations classées et des garanties additionnelles en cas de mise en œuvre de mesures de gestion de la pollution des sols et des eaux souterraines.

Comme précédemment, le coût a été actualisé sur la base du dernier index TP01 (index général tous travaux publié mensuellement par l'INSEE) connu en septembre 2023. Pour cela, la formule suivante a été utilisée :

$$M_{\text{post-exploitation}} = \alpha (\sum \text{Coûts des différents travaux selon méthode de calcul})$$

Et :  $\alpha = (\text{Index} / \text{Index}_0) \times ((1 + \text{TVA}_R) / (1 + \text{TVA}_0)) = 1,3676$  (en septembre 2023)

- **Index** : Dernier indice connu en septembre 2023, soit celui de juillet 2023. L'indice TP01 modifié donne un index = **840,3** ;
- **Index<sub>0</sub>** : indice TP01 de janvier 2011, soit **667,7** ;
- **TVA<sub>R</sub>** : Taux de la TVA applicable lors de l'établissement de l'arrêté préfectoral fixant le montant de référence des garanties financières, soit **0,20** en 2023,
- **TVA<sub>0</sub>** : Taux de TVA applicable en janvier 2011, soit **0,196**.

Ainsi, en septembre 2023, le coefficient  $\alpha$  par rapport à la circulaire du 09/05/2012 et l'arrêté du 31/05/2012 est de 1,2628.

Type de travaux post-exploitation	Méthode de calcul	Montant (€ TTC) en mai 2012	Montant (€ TTC) en septembre 2023
Diagnostic de pollution des sols	10 000 + 5 000/hectare <b>(€ TTC)</b> <i>Environ 4,56 ha (extérieur)</i>	32 799	41 417
Surveillance du site (extérieur)	$MG^* = CG \times HG \times NG \times 6$ <b>(€ TTC)</b>	4 800	6 061
Analyses semestrielles des eaux d'exhaure en sortie du carnet	150 € par point de mesure, sur 10 ans <b>(€ HT)</b>	3 600	4 546
Entretien du carnet	2€/ml à raison de 1/5 tous les 4 ans soit 1 €/ml sur 10 ans <i>1 192 m de la chambre 33 au bac de décantation (cas majorant)</i> <b>(€ HT)</b>	1 430	1 806
Entretien de clôtures et accès	9€/ml à raison de 1/5 tous les 4 ans soit 4,5 €/ml sur 10 ans <b>(€ HT)</b>	6 280	7 931
<b>Total post-exploitation</b>		<b>48 909 € TTC</b>	<b>61 761 € TTC</b>

Coût forfaitaire
 
 Coût réel

\*MG : montant relatif au coût de gardiennage du site pour une période de six mois. Le gardiennage serait par la suite assuré par le nouvel exploitant.

CG : coût horaire moyen d'un gardien soit 40 € TTC/ h.

HG : nombre d'heures de gardiennage nécessaires par mois, ici estimée à 20h (soit 2 rondes de 2h/semaine, avec trajet)

NG : nombre de gardiens nécessaires, ici estimé à 1.

Un suivi géotechnique post-exploitation de la mine pourrait également être effectué, toutefois celui-ci n'apparaît pas nécessaire puisqu'aucune entrée dans la mine n'est prévue après la fin d'exploitation.

La Société des Mines d'Orbagnoux devra donc constituer les garanties financières suivantes (estimation à septembre 2023) :

Phase	Montant (€ TTC) en septembre 2023
A	<b>1 933 395</b>
B	<b>1 933 395</b>
C	<b>1 933 395</b>
D	<b>1 933 395</b>
Post-exploitation	<b>61 471</b>

Un acte de cautionnement solidaire sera fourni à M. le Préfet soit par un établissement de crédit, soit par une société d'assurance, au terme de la procédure réglementaire d'autorisation, à l'obtention de l'Arrêté préfectoral d'autorisation, puis tous les 5 ans ou si l'indice TP01 augmente de plus de 15% au cours d'une même phase.

## 6. TABLEAU RECAPITULATIF DES DONNEES CHIFFREES ESSENTIELLES DU PROJET

Surfaces	Surface des parties extérieures autorisées (usine)*	4 ha 55 a 97 ca
	Surface des travaux miniers actuels autorisés (hors galerie 475)	6 ha 21 a 81 ca
	Surface des travaux miniers demandés en extension	00 ha 76 a 49 ca
	Surface totale demandée en autorisation (mine + usine)	11 ha 54 a 27 ca
Durée/phasage	Durée de la demande	20 ans
	Durée d'extraction	18 ans
	Finalisation du réaménagement	2 ans
	Nombre de phases quinquennales pour l'évacuation des stériles	4 (A, B, C, D)
Caractéristiques du gisement et volumes	Gisement exploitable	Calcaires bitumineux (18 000 m <sup>3</sup> soit 40 000 t)
	Densité	~ 2,2
	Moyen extrait par an	1 500 T / 680 m <sup>3</sup>
	Maximum extrait par an	2 000 T / 900 m <sup>3</sup>
	Production journalière de minerai primaire (estimation)	16,7 t/j (120 j/an)
Terril et évacuation des résidus	Volume maximal de stériles stockés (estimation 2023)	10 000 m <sup>3</sup>
	Volume total de stériles produits (stériles de traitement avec foisonnement)	21 600 m <sup>3</sup>
	Volume annuel de stériles à évacuer pour valorisation :	
	- Stériles produits	1 080 m <sup>3</sup>
	- Stériles entreposés en 2023, pour évacuation intégrale en 20 ans	500 m <sup>3</sup>
Total annuel moyen	1 580 m <sup>3</sup>	
	Volume de terres végétales extérieures pour remodelage	1 600 m <sup>3</sup>
Réaménagement	Surfaces finales*	2 ha 81 a 47 ca de terrains naturels conservés en l'état 0 ha 25 a 80 ca de piste d'accès à la mine (environ 440 m linéaires) 0 ha 14 a 66 ca de terrains aménagés conservés en l'état (entrée, parking, locaux sociaux) 1 ha 64 a 98 ca de prairies / terrains enherbés

\*Surfaces mesurées sous QGIS, qui peuvent différer des surfaces cadastrales

## ANNEXES

Liste des annexes :

Annexe 1 : Bilan de conformité rubrique 4220

Annexe 2 : Planches quinquennales du phasage d'évacuation des résidus

Annexe 3 : Bordereau d'acceptation des déchets en cimenterie

Annexe 4 : Plans de gestion des déchets de l'industrie extractive

Annexe 5 : Etude géotechnique pour la conception des chambres d'exploitation

Annexe 6 : Note géotechnique pour la conception des chambres d'exploitation

Annexe 7 : Etude d'aérag

Annexe 8 : Circulaire du 9 mai 2012 – Garanties financières 2720

---

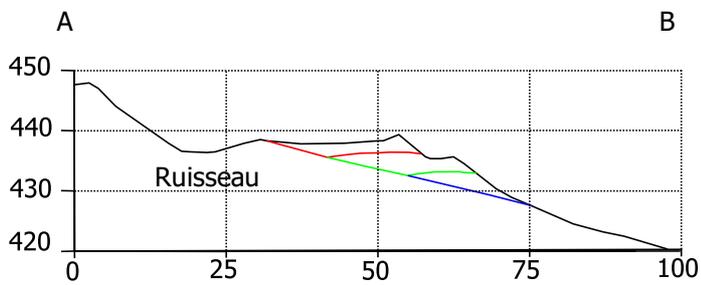
**ANNEXE 1 : BILAN DE CONFORMITE RUBRIQUE 4420**

---

**CONFIDENTIELLE**

**ANNEXE 2 :      PLANCHES QUINQUENNALES DU PHASAGE  
D'EVACUATION DES RESIDUS**

---

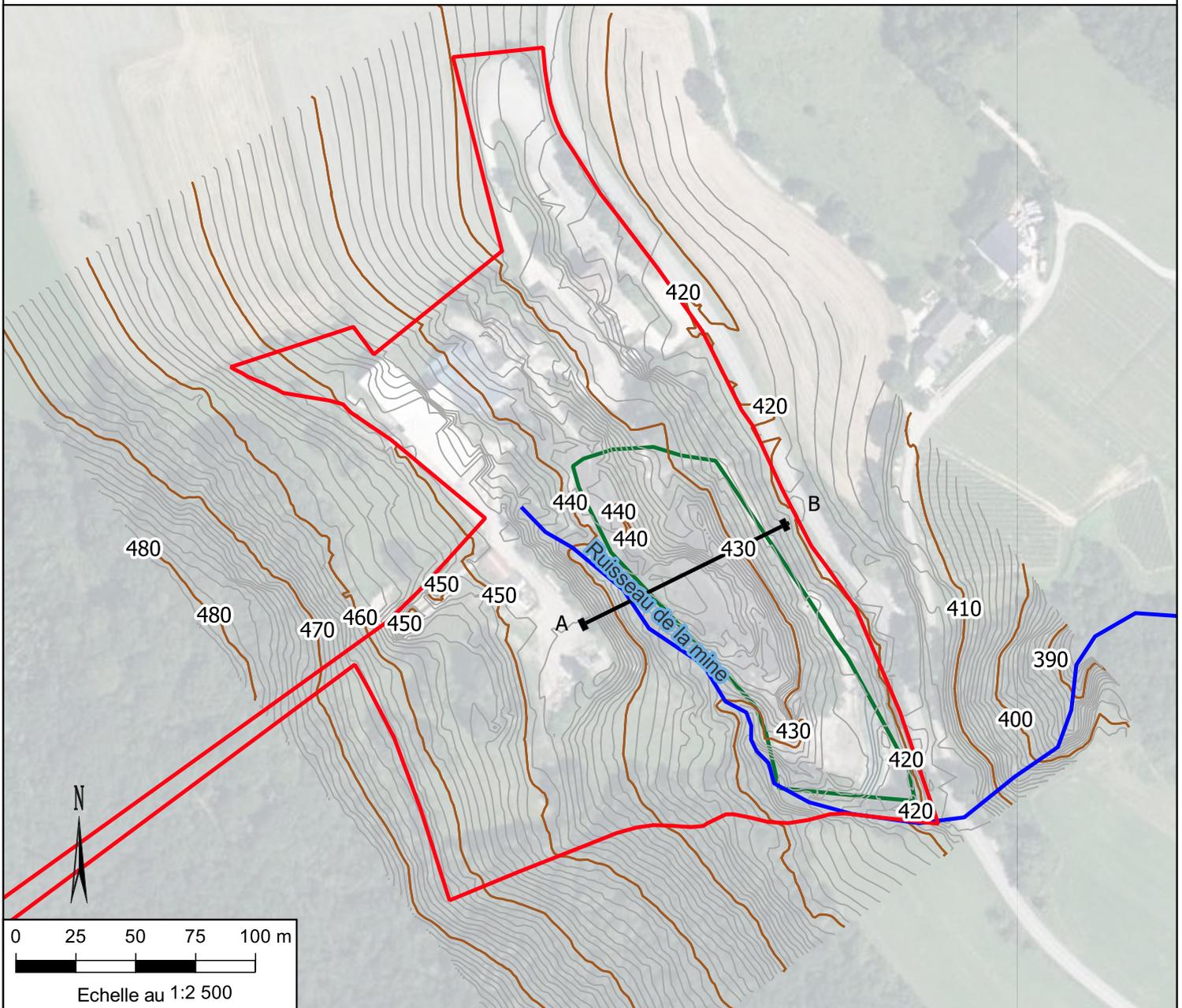


- Périmètre d'autorisation
- Localisation de la coupe
- Localisation du terril
- Ruisseau de la mine
- Courbe de niveau principale (équidistance 10m)
- Courbe de niveau secondaire (équidistance 1m)

- Topographie initiale
- Phase 2
- Phase 3
- Topographie réaménagée

Echelle verticale : 1 / 1000

Echelle horizontale : 1 / 1000



**Société des Mines d'Orbagnoux - Corbonod (01)**

Demande d'Autorisation Environnementale

**Tome 2: Mémoire Technique**

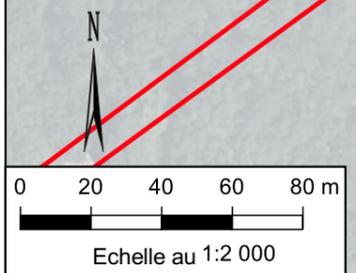
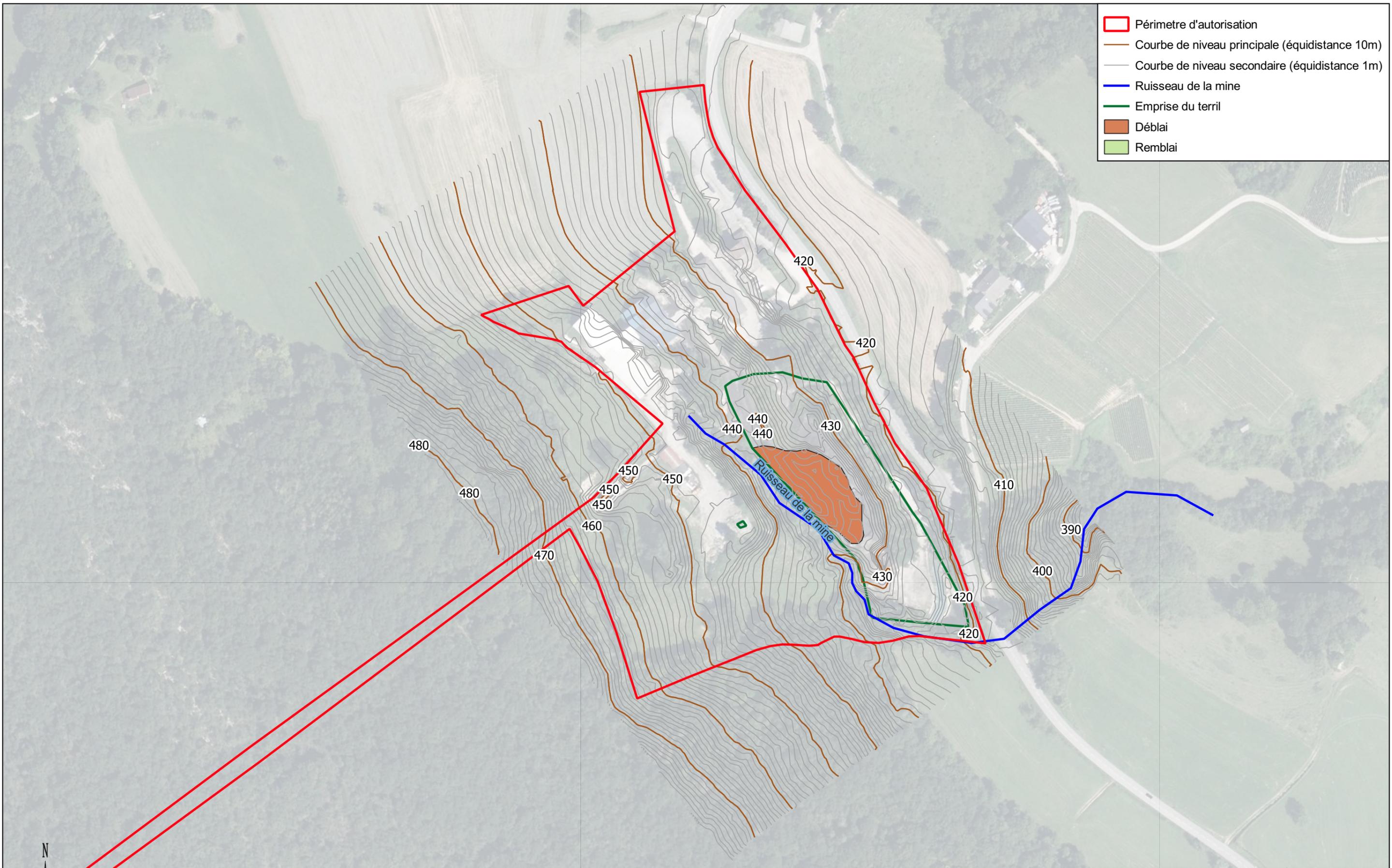
Annexe 2

**Topographie en décembre 2022 et coupe du phasage**

Sources : IGN / OLMi / ABO-GéoPlusEnvironnement

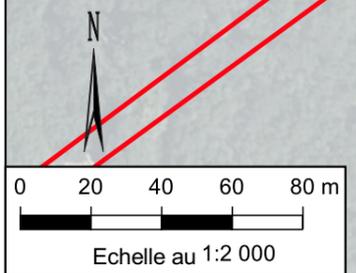
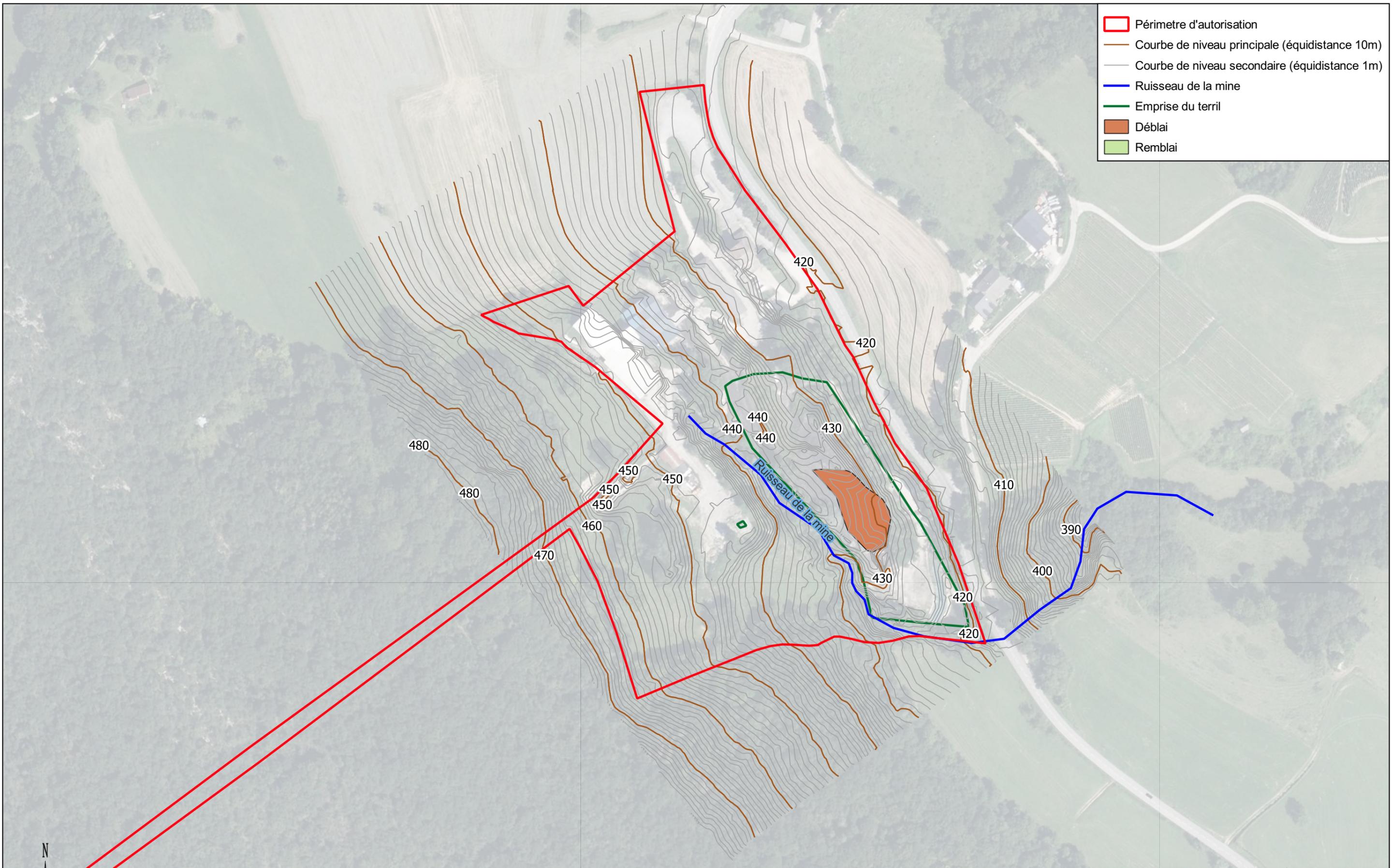


- Périmètre d'autorisation
- Courbe de niveau principale (équidistance 10m)
- Courbe de niveau secondaire (équidistance 1m)
- Ruisseau de la mine
- Emprise du terril
- Déblai
- Remblai



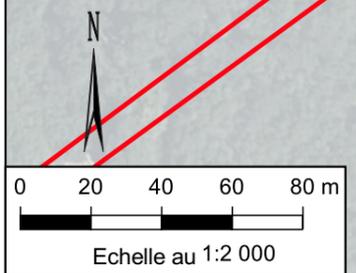
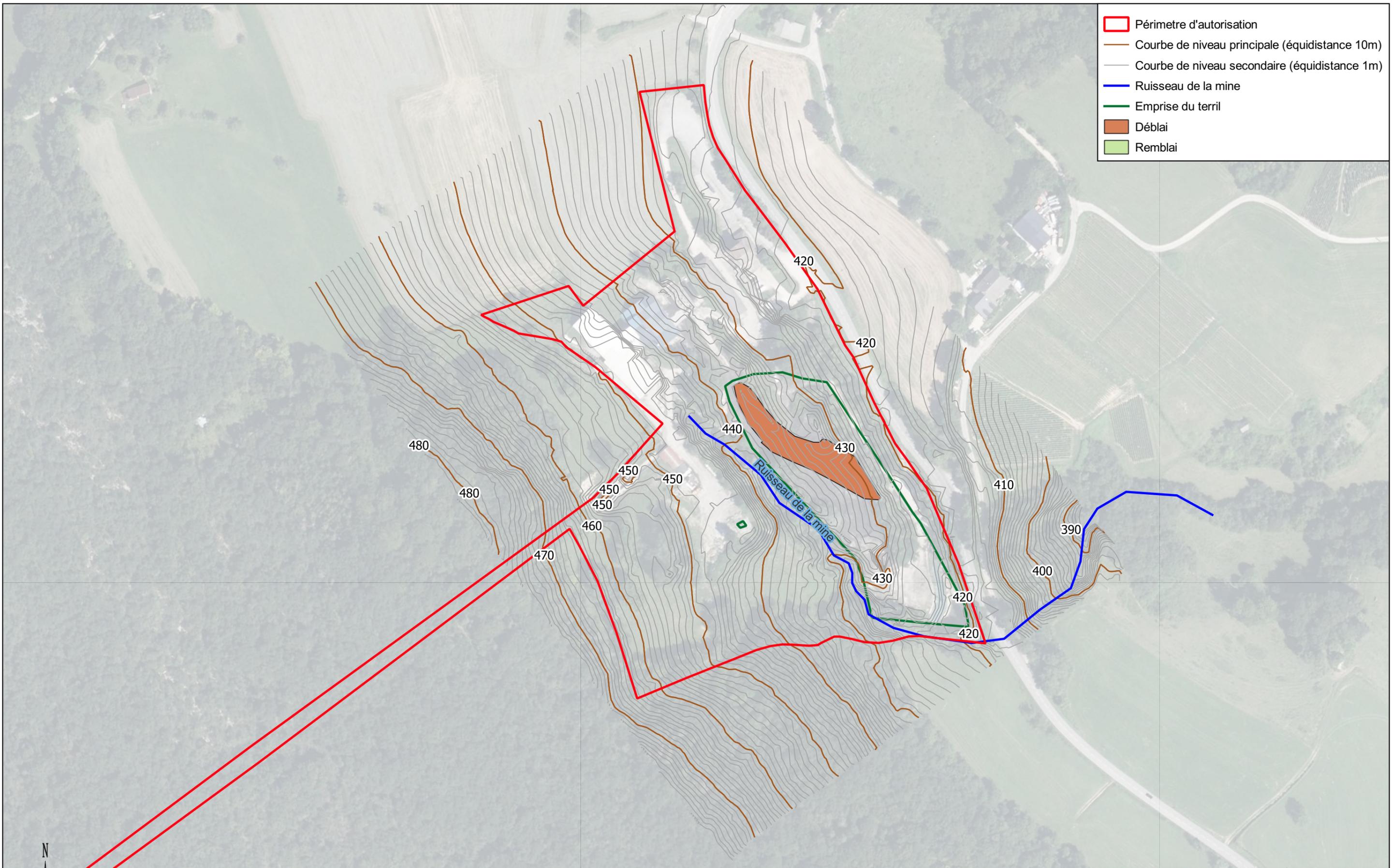
	<b>Société des Mines d'Orbagnoux - Corbonod (01)</b> Demande d'Autorisation Environnementale <b>Tome 2: Mémoire Technique</b>	Annexe 2
	<b>Phase 1 (T0+5ans)</b> <i>Sources : IGN / ABO-Géoplus</i>	

- Périmètre d'autorisation
- Courbe de niveau principale (équidistance 10m)
- Courbe de niveau secondaire (équidistance 1m)
- Ruisseau de la mine
- Emprise du terril
- Déblai
- Remblai



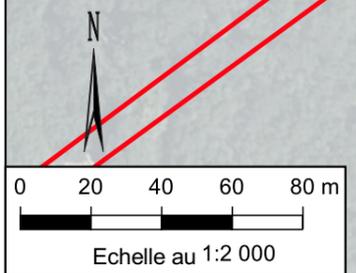
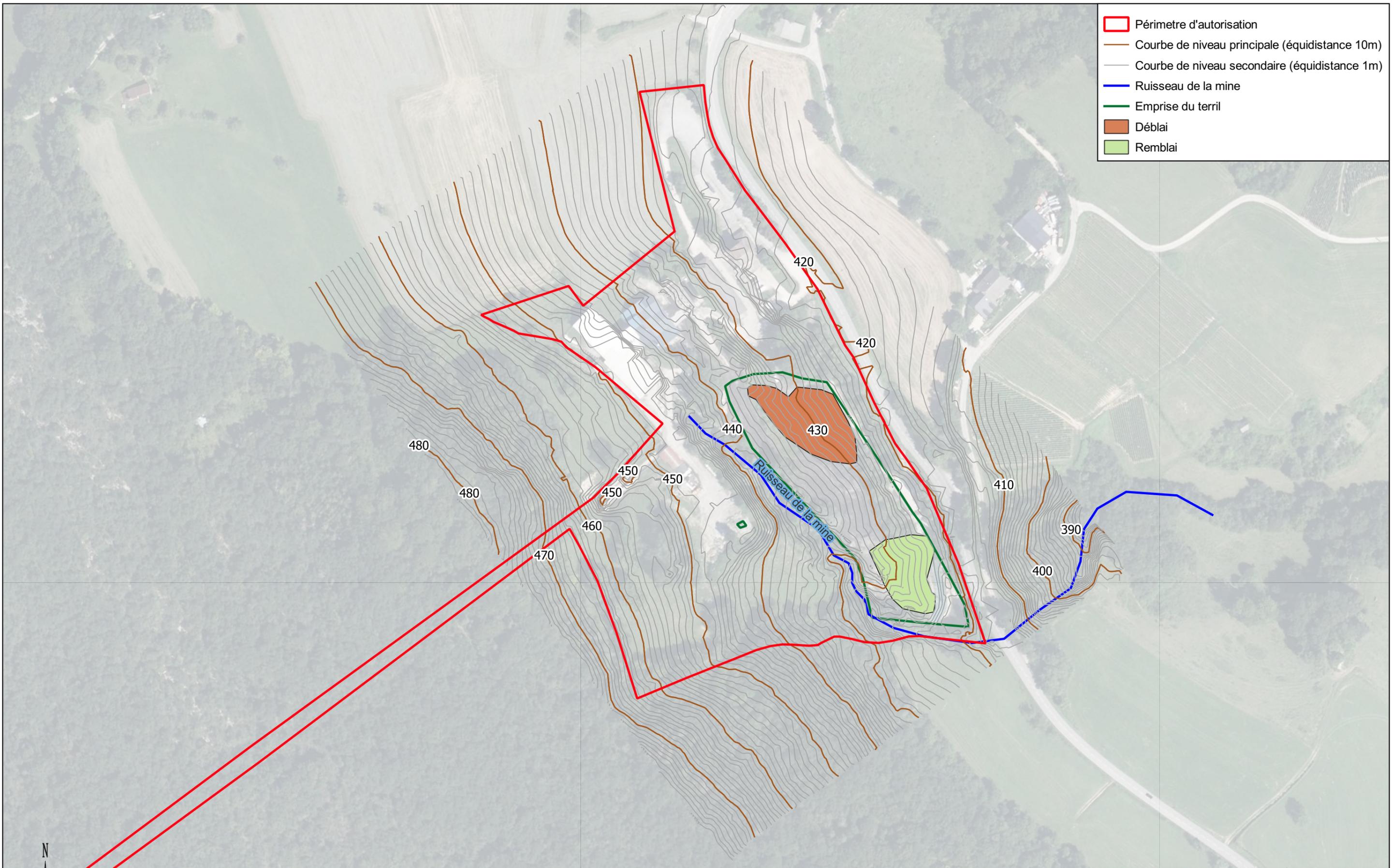
	<b>Société des Mines d'Orbagnoux - Corbonod (01)</b> Demande d'Autorisation Environnementale <b>Tome 2: Mémoire Technique</b>	Annexe 2
	<b>Phase 2 (T0+10ans)</b> <i>Sources : IGN / ABO-Géoplus</i>	

- Périmètre d'autorisation
- Courbe de niveau principale (équidistance 10m)
- Courbe de niveau secondaire (équidistance 1m)
- Ruisseau de la mine
- Emprise du terril
- Déblai
- Remblai



	<b>Société des Mines d'Orbagnoux - Corbonod (01)</b> Demande d'Autorisation Environnementale <b>Tome 2: Mémoire Technique</b>	Annexe 2
	<b>Phase 3 (T0+15ans)</b> <i>Sources : IGN / ABO-Géoplus</i>	

- Périmètre d'autorisation
- Courbe de niveau principale (équidistance 10m)
- Courbe de niveau secondaire (équidistance 1m)
- Ruisseau de la mine
- Emprise du terril
- Déblai
- Remblai



	<b>Société des Mines d'Orbagnoux - Corbonod (01)</b> Demande d'Autorisation Environnementale <b>Tome 2: Mémoire Technique</b>	Annexe 2
	<b>Phase 4 (T0+20ans)</b> <i>Sources : IGN / ABO-Géoplus</i>	

**ANNEXE 3 : BORDEREAU D'ACCEPTATION DES DECHETS EN  
CIMENTERIE**

---

**CONFIDENTIELLE**

**ANNEXE 4 : PLAN DE GESTION DES DECHETS DE L'INDUSTRIE  
EXTRACTIVE**

---

# SOCIÉTÉ DES MINES D'ORBAGNOUX

## PLAN DE GESTION DES DECHETS D'EXTRACTION DE LA MINE D'ORBAGNOUX

Application de l'article 5 de l'arrêté ministériel  
du 19 avril 2010 modifié

*Concession de mines de calcaires  
bitumineux d'Orbagnoux*

*Commune de Corbonod (01)*

Rapport n° R22031103 – PGDE

---

Mai 2023



# SOCIÉTÉ DES MINES D'ORBAGNOUX

## PLAN DE GESTION DES DECHETS D'EXTRACTION DE LA MINE D'ORBAGNOUX

Application de l'article 5 de l'arrêté ministériel  
du 19 avril 2010 modifié

*Concession de mines de calcaires  
bitumineux d'Orbagnoux*

*Commune de Corbonod (01)*

Rapport n° R22031103 – PGDE

Mai 2023



Rédacteur(s)	Date	Relecteur	Date	Valideur	Date
Nathan BLONDIN	19/05/2023	Michaël LALOUA	26/05/2023	Michaël LALOUA	31/05/2023

e-mail: [geo.plus.environnement@orange.fr](mailto:geo.plus.environnement@orange.fr)

SARL au capital de 120 000 euros - RCS : Toulouse 435 114 129 - Code NAF : 7112B

Siège social et Agence Sud

Le Château

31 290 GARDOUCH

Tél : 05 34 66 43 42 / Fax : 05 61 81 62 80

**Agence Centre et Nord**

2 rue Joseph Leber

45 530 VITRY AUX LOGES

Tél : 02 38 59 37 19 / Fax : 02 38 59 38 14

Agence Ouest

5 rue de la Rôme

49 123 CHAMPTOCE SUR LOIRE

Tél : 02 41 34 35 82 / Fax : 02 41 34 37 95

Agence Sud-Est

1175 route de Margès

26 380 PEYRINS

Tél : 04 75 72 80 00 / Fax : 04 75 72 80 05

Agence Est

7 rue du Breuil

88 200 REMIREMONT

Tél : 03 29 22 12 68 / Fax : 09 70 06 14 23

Site internet : [www.geoplusenvironnement.com](http://www.geoplusenvironnement.com)

# Sommaire

1.	Introduction	4
2.	Description du fonctionnement de la mine et de l'usine de traitement : contexte géologique, extraction, process, déchets	4
2.1	Informations géologiques sur le contexte du gisement à exploiter	4
2.2	Fonctionnement du site	5
2.3	Déchets d'extraction résultant du traitement du minerai : caractérisation des résidus	6
2.3.1	Caractéristiques physiques et minérales	6
2.3.2	Caractéristiques et comportement géochimique	6
2.3.3	Caractéristiques et comportement géotechnique	6
2.3.4	Classification des résidus de traitement du minerai	6
3.	Gestion des déchets	7
3.1	Contexte géologique, hydrogéologique et hydrologique de l'emprise du stockage de résidus	7
3.1.1	Contexte géologique	7
3.1.2	Contexte hydrogéologique	7
3.1.3	Contexte hydrologique	7
3.2	Modalités de stockage (caractéristiques, effets sur l'environnement)	8
3.3	Conditions de remise en état de la zone de stockage de déchets d'extraction	10
3.4	Actions de réduction des quantités de déchets (valorisation, élimination)	10
4.	Analyse de risques	11
4.1	Risques d'instabilités	11
4.2	Risques de pollution des eaux et événement pluvieux exceptionnel	12
4.2.1	Ecoulements locaux et ouvrages de rétention	12
4.2.2	Risques de pollution des eaux	12
4.3	Conclusions de l'analyse de risques	13
5.	Bilan hydrique	13

## Liste des annexes

Annexe 1 :	Plan de localisation de la mine et du terril.....	15
Annexe 2 :	Bordereaux de suivis des stériles .....	15
Annexe 3 :	Rapports d'analyses des résidus du four – Campagne 2022.....	15
Annexe 4 :	Rapports d'analyse de la stabilité des dépôts et de la mise en œuvre du bassin de rétention.....	15
Annexe 5 :	Acceptabilité de résidus de pyrogénéation en technique routière et assimilés.....	15
Annexe 6 :	Suivis topographiques et cubatures du terril .....	15
Annexe 7 :	Note géotechnique sur la faisabilité du stockage des stériles en souterrain.....	15
Annexe 8 :	Rapports d'analyse de la qualité des eaux .....	15

## **1. Introduction**

L'arrêté ministériel du 19 avril 2010 relatif à la gestion des déchets des industries extractives (Arrêté type de la rubrique 2720) impose la réalisation d'un Plan de Gestion des Déchets pour la réduction, le traitement, la valorisation et l'élimination des déchets d'extraction.

Les déchets d'extraction sont définis de la manière suivante : **“déchets provenant de la prospection, de l'extraction, du traitement et du stockage de ressources minières (dont les matières premières fossiles) et les déchets issus de l'exploitation des mines et carrières, y compris les boues issues des forages permettant l'exploitation des hydrocarbures”**.

Le plan de gestion des déchets est fondé sur la connaissance et la caractérisation des déchets. Cette dernière est définie par l'annexe I de l'arrêté et présentée ci-après.

Ce plan de gestion doit être révisé tous les cinq ans et dans le cas d'une modification apportée aux installations, à leur mode d'utilisation ou d'exploitation et de nature à entraîner une modification substantielle des éléments du plan. Il est transmis au préfet.

**Le présent plan de gestion des déchets d'extraction de la mine d'Orbagnoux et de son usine de traitement (localisés en Annexe 1) est établi pour répondre à ces exigences.**

## **2. Description du fonctionnement de la mine et de l'usine de traitement : contexte géologique, extraction, process, déchets**

### ***2.1 Informations géologiques sur le contexte du gisement à exploiter***

La mine s'intéresse à un gisement stratigraphique de calcaires bitumineux, d'une épaisseur de l'ordre de 4 m, situé à la base du Kimméridgien supérieur (150 millions d'années) au sein du versant oriental du Grand Colombier. Le relief a la structure d'un anticlinal à cœur bathonien au droit de la concession.

Au niveau de la mine, les plissements du massif se traduisent par une variation du pendage des calcaires du Kimméridgien relativement redressés au niveau de la galerie 450 (pendage de 38° vers l'Est). Plus haut, le pendage s'adouci : 10 -15° vers l'Est dans la galerie de la Dorches.

La présence d'huile dans ces calcaires est connue depuis très longtemps, la carte géologique feuille de St Rambert indique : « le produit qui imprègne la roche a subi une maturation incomplète : il ne se trouve pas sous forme d'hydrocarbure mais il se rapproche d'un protopétrole », les corps gras organiques ont subi une vulcanisation ce qui explique la forte teneur en soufre.

C'est cette présence de soufre qui a permis la conservation de la matière organique malgré des conditions de milieu pas toujours favorables. Les études récentes ont montré que la matière organique originelle vient des coccolites (éléments du plancton). La transformation en hydrocarbure se fait lors des opérations de pyrolyse.

Le rapport M.A. Malatrait 1982 indique des réserves globales estimées de l'ordre de 20 000 000 tonnes de minerai (gisement inexploitable du fait de contraintes techniques inclus).

La galerie 450, la galerie 475 et les chambres montantes 21 à 33 sont localisées au sein du gisement : l'ensemble du minerai extrait lors des travaux de reconnaissance et d'exploitation projetés est considéré valorisable dans les installations de l'usine.

## **2.2 Fonctionnement du site**

Le site est localisé dans la partie Ouest de la concession. La mine est composée de l'ensemble des chambres exploitées et non exploitées, de l'ancienne galerie d'accès dite galerie de la Dorche (désormais utilisée en galerie d'aération et sortie de secours), de la galerie 480, de la galerie de reconnaissance 450 et du travers-banc.

La mine est exploitée selon la technique des chambres et piliers, par foration minage. Les chambres sont creusées à partir d'une galerie de base. Trois galeries subhorizontales ont été creusées respectivement aux cotes 570 (dite galerie de la Dorches), la plus ancienne, 450 et 480. La galerie de base actuelle est la galerie cote 450, à ce niveau le gisement présente un pendage de 38° vers l'Est. Les chambres sont donc montantes vers l'Ouest, dans un axe perpendiculaire à la galerie 450 selon une pente de 38°. La dimension standard d'une chambre est de 8 m de large sur 40 m de long, avec des piliers de 4 m de large. La galerie appelée montage (creusée en 1940-45) relie les trois niveaux. Des recoupes permettent de passer d'une chambre à l'autre sans descendre jusqu'à la galerie de base, et contribuent à la circulation de l'air dans la zone en cours d'exploitation.

La galerie de reconnaissance 475 est projetée à partir de la chambre 21, sur une longueur de 64 m.

Le terril est constitué des stériles issus du traitement par broyage puis pyrogénéation (à 450°C), réalisé dans l'usine. Ce traitement permet de séparer l'huile de la roche calcaire.

Le résidu de pyrogénéation calcaire constitue donc un déchet minéral dont SMO n'a plus utilité.

Le résidu sorti du four est refroidi à l'eau de 450°C (sortie de four) à 40/50°C, puis placé dans des « casiers d'essorage » à l'aide d'une chargeuse où il se décante. Après 1 an, ces matériaux étaient repris pour la réalisation de nouveaux casiers d'essorage, puis mis en verse sur le terril.

Dans le cadre de la déclaration pour la galerie 475 et la demande d'autorisation, ces matériaux seront évacués par camions pour valorisation dans l'année suivant le traitement (Cf. § 3.4).

Ils continueront de faire l'objet de bordereaux de suivis de déchets (Cf. Annexe 2).

## **2.3 Déchets d'extraction résultant du traitement du minerai : caractérisation des résidus**

### **2.3.1 Caractéristiques physiques et minérales**

Ce sont des matériaux calcaires équivalents à un concassé 0/31,5 mm, présentant un aspect noirâtre.

### **2.3.2 Caractéristiques et comportement géochimique**

Une analyse chimique de ces déchets a été effectuée en 2022 par le laboratoire SOCOR, à l'aide d'un test de lixiviation. Le rapport d'analyses associé est présenté en Annexe 3.

Cette analyse sera renouvelée annuellement, à l'issue de la campagne annuelle de traitement du minerai, sur les résidus de pyrogénéation.

Les paramètres de déclasséement en déchets non inertes sont le molybdène et les fluorures, dont les teneurs sont supérieures aux critères limites associés au caractère inerte (y compris avec dérogation dite « K3+ ») au sens de l'Arrêté du 12/12/14 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes [...].

Le potentiel Hydrogène est plutôt basique, avec un pH mesuré sur lixiviat égal à 9, légèrement supérieur à l'eau en sortie de la mine (suivi semestriel au niveau du bac en sortie du carnet). Cette différence n'est toutefois pas relevée en aval du terril (ruisseau de la mine), où le pH est similaire au pH relevé en sortie du carnet.

### **2.3.3 Caractéristiques et comportement géotechnique**

Les caractéristiques des résidus ont été définies en 2014 dans le cadre de l'étude géotechnique de Solusol-CFEG pour l'analyse de la stabilité des dépôts (Cf. Annexe 4).

- Poids volumique : 18 kN/m<sup>3</sup> ;
- Cohésion : 8 à 10 kPa ;
- Angle de frottement : 33°

### **2.3.4 Classification des résidus de traitement du minerai**

Lors de l'exploitation de la mine et de l'usine, les déchets d'extraction non inertes non dangereux résultant du fonctionnement du site correspondent à la rubrique 01-04-08 de la nomenclature Déchets :

01 04	Déchets provenant de la transformation physique et chimique des minéraux non métallifères.
01 04 08	Déchets de graviers et débris de pierres autres que ceux visés à la rubrique 01 04 07.

Ils peuvent être valorisés en remblai compacté en sous-couche, technique routière ou analogue dès lors que le matériau en place est revêtu (Cf. Annexe 5).

## **3. Gestion des déchets**

### **3.1 Contexte géologique, hydrogéologique et hydrologique de l'emprise du stockage de résidus**

#### **3.1.1 Contexte géologique**

Des sondages de reconnaissance ont été effectués dans le cadre des études géotechniques pour le terril (Cf. Annexe 4). Les informations ci-après sont extraites de ces études.

Les dépôts ont vraisemblablement été effectués sur un terrain naturel non décapé, d'une pente initiale d'une douzaine de degrés.

Le sol au droit du terril est constitué de limons bruns à blocailles calcaires sur une profondeur variant de 0 à 1,80 m, puis les calcaires altérés et fracturés (reconnus jusqu'à 2,40 m), présents sur une importante épaisseur de 50 à 70 m d'après la carte géologique (n3 : Hauterivien. Marnes et calcaires roux et glauconieux). Ces terrains ainsi que les résidus calcaires permettent une infiltration majoritaire des eaux météoritiques au droit de la zone de stockage.

#### **3.1.2 Contexte hydrogéologique**

En ce qui concerne les eaux souterraines, l'emplacement du terril est situé au droit du système karstique de la Dorches, code 515AL06, compris dans les calcaires jurassiques du Haut-Bugey (515AL). Les eaux météoritiques, après infiltration dans les horizons superficiels, sont transférées par les fractures et diaclases ou par les interbanes, de façon gravitaire, dans les horizons plus profonds dans lesquels se trouve un système de cavités, siphons et réservoirs correspondant au système karstique proprement dit. Les différents chenaux rejoignent la partie basse de la vallée (vallée du Rhône).

#### **3.1.3 Contexte hydrologique**

Au droit de la concession se trouve la Dorches (affluent du Rhône) formée par la confluence du ruisseau de l'Attendry et le bief de la Frache, à 877 m d'altitude.

Le lit de la Dorches est un lit peu évolué, la rivière s'écoule directement sur les formations calcaires, les dépôts alluvionnaires sont très limités surtout en amont du pont de la D 991.

En contre bas du site, se trouvent 2 ruisseaux, affluents de la Dorches :

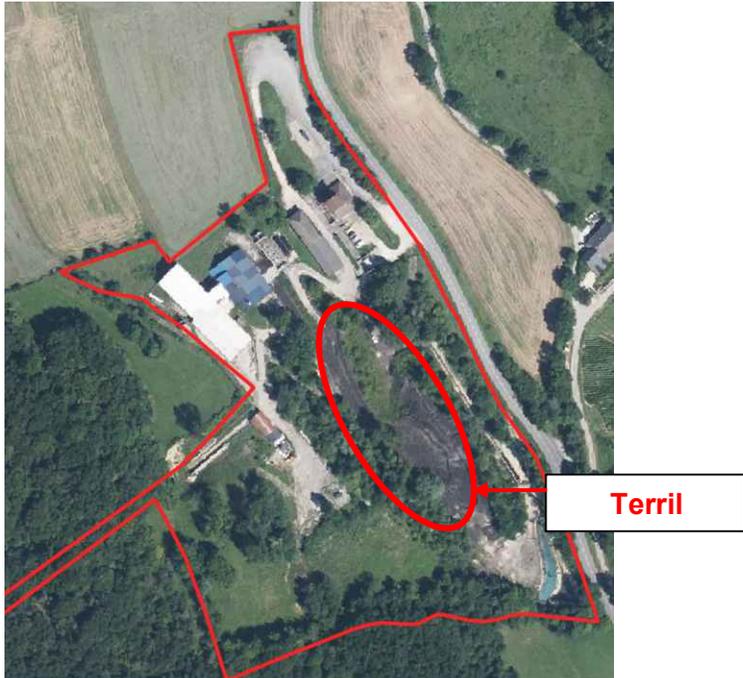
- Le ruisseau d'Orbagnoux ;
- Le ruisseau de la mine, créé par l'exhaure de la mine.

### **3.2 Modalités de stockage (caractéristiques, effets sur l'environnement)**

Les modalités de stockage (caractéristiques des stockages, effets sur l'environnement) des déchets présentés au chapitre précédent sont précisées dans la fiche de synthèse ci-dessous. Cette fiche de synthèse présente en outre la stabilité du stockage ses effets sur l'environnement.

Les flux de déchets entrant/sortant sont suivis à l'aide des bordereaux de suivis de déchets (Cf. Annexe 2), d'un comptage par SMO (fichier informatique) et d'un relevé géomètre annuel de la topographie et des déblais et remblais (Cf. Annexe 6).

Initialement, le terme déblais correspond aux endroits où une diminution de la topographie est constatée et le terme remblai au contraire, à une augmentation.

TERRIL		Site : Mines d'Orbagnoux (extérieur)	Date : Mai 2023	
<b>Stockage</b>	Terril actuel en extérieur			
<b>Code déchet / Désignation nomenclature</b>	Graviers et débris de pierres issues du traitement du minerai 01 04 08			
<b>Caractéristiques</b>	Calcaires non dangereux non inertes avec présence de Molybdène et de fluorures en teneurs supérieures aux seuils de l'AM du 12/12/2014			
<b>Origine des déchets</b>	Traitement par broyage puis pyrogénéation			
<b>Quantité maximale stockée (mai 2023)</b>	10 000 m <sup>3</sup> (estimation 2023 sur la base de la topo initiale)			
<b>Quantités produite</b>	21 600 m <sup>3</sup> pour le projet d'exploitation 940 m <sup>3</sup> pour la galerie 475			
<b>Durée maximale de stockage</b>	A partir de 2024, 1 an pour les nouveaux résidus de traitement, 20 ans pour les anciens résidus.			
<b>Traitement ultérieur</b>	Evacuation des matériaux pour valorisation en chantiers de proximité et/ou en cimenterie.			
<b>Stabilité du stockage</b>	Les risques d'instabilités sont détaillés en <u>Annexe 4</u> . La digue en gabions en aval du terril a fait l'objet de calculs géotechniques lors de sa conception, les pentes maximales sont de 40 °.			
<b>ENVIRONNEMENT ET SANTE</b>	<b>Eau</b>	<b>Sol</b>	<b>Air</b>	<b>Santé</b>
<b>Impacts potentiels</b>	MES, molybdène, fluorures lessivage par les eaux de ruissellement	Molybdène, fluorures	Négligeable	Les risques d'émission de poussières et d'altération de la qualité des eaux sont négligeables
<b>Moyens de prévention pour réduire les impacts</b>	Végétalisation	/	Sans objet	Sans objet
<b>Procédure de contrôle et de surveillance</b>	Analyse semestrielle des eaux du ruisseau de la mine en aval de la sortie du bassin de décantation	En fin de remise en état (après évacuation du terril), procédure de cessation d'activité incluant un mémoire de réhabilitation ainsi qu'un diagnostic de pollution des sols.	Sans objet	Sans objet
<b>Etude complémentaire</b>	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet

### **3.3 Conditions de remise en état de la zone de stockage de déchets d'extraction**

Dans le cadre du réaménagement du site, les stocks de résidus de pyrogénéation seront progressivement et intégralement évacués pour valorisation au cours des 20 années à venir. La procédure de cessation d'activité soumise à autorisation, incluant un mémoire de réhabilitation ainsi qu'un diagnostic de pollution des sols sera mise en œuvre. Les terrains sous-jacents seront enherbés.

### **3.4 Actions de réduction des quantités de déchets (valorisation)**

L'intégralité des résidus de pyrogénéation sera évacuée pour valorisation au fur et à mesure de l'exploitation vers 2 exutoires principaux envisagés :

- **Les chantiers de proximité**, pour **valorisation en remblai** compacté, technique routière ou analogue dès lors que le matériau en place est **revêtu**. Cette solution sera privilégiée tout au long de l'exploitation ;
- **Une cimenterie ou une activité similaire**, pour **valorisation matière** des calcaires dans un process de fabrication.

Une réflexion a été conduite pour utiliser ces matériaux en remplissages d'anciennes chambres et galeries d'exploitation. La note géotechnique correspondante réalisée par BG Ingénieurs Conseils est présentée en Annexe 7.

Elle est synthétisée ci-après :

- La solution de remblaiement la plus adaptée techniquement au contexte apparaît être la réutilisation des wagonnets existants, remontée à l'aide d'un ascenseur à câble incliné ou par un élévateur à godets, et enfin déversement dans les premières demi-chambres via une galerie transversale. Les chambres seraient obturées à la base par un serrement en béton avec un drainage.
- La stabilité globale est satisfaisante. Localement, un travail de purge et de soutènement serait à effectuer afin de mettre en sécurité le personnel de la mine. Cette opération nécessiterait la mise en place de moyens lourds de protection provisoire et la sécurisation complexe, d'accès intermédiaires. Elle est d'autant plus complexifiée qu'elle est réalisée manuellement dans des chambres pentées à 38°.
- Les venues d'eau et ruissellement ne peuvent être contenus en souterrain. La solution retenue poserait le problème d'une éventuelle lixiviation de certains éléments des stériles, qui seraient entraînés par le carnet et rejetés dans le ruisseau de la mine. Il n'a pas été possible de trouver une solution technique évitant le contact des stériles stockés en souterrain avec les circulations d'eau ;
- Les premières estimations des travaux lourds à entreprendre et les frais de fonctionnement associés laissent penser que cette opération représenterait plusieurs années du chiffre d'affaires de la Société des Mines d'Orbagnoux.

En conclusion, la sécurisation des chambres avant les travaux de remblaiement constitue une difficulté majeure : il s'agit d'un chantier très lourd, complexe et à risques pour les mineurs purgeurs.

Cette option n'a donc pas été considérée.

La Société des Mines d'Orbagnoux restera attentive aux opportunités locales tout au long de l'exploitation du site. Des activités non connues en 2023 pourraient ainsi être un exutoire pour ces matériaux.

Par ailleurs, le rythme d'avancée de la galerie de reconnaissance 475 est identique au rythme d'exploitation, et celle-ci recoupe les chambres d'exploitation. Le volume associé à cette galerie n'est donc pas considéré dans le calcul du volume global.

La quantité totale de résidus à évacuer sur 20 ans est ainsi estimée à **31 600 m<sup>3</sup>** (dont environ 10 000 m<sup>3</sup> en place en mai 2023).

Ainsi, en considérant les 20 ans projetés en demande d'autorisation, le rythme d'évacuation annuel moyen minimal serait donc de 1 580 m<sup>3</sup>/an, soit environ 3 480 t/an.

Outre les rejets atmosphériques associés au transport des matériaux, cette valorisation en elle-même n'entraîne pas de risques particuliers vis-à-vis des paramètres environnementaux tels que l'air, l'eau ou les sols.

## **4. Analyse de risques**

### **4.1 Risques d'instabilités**

Cette partie est présentée dans l'étude de dangers et l'étude d'impacts au sein du dossier de demande d'autorisation environnementale.

L'analyse des risques géotechniques associés au terril est détaillée en Annexe 4.

Les aménagements, et notamment la digue à gabions ainsi que les bassins de rétention ont été réalisés conformément aux préconisations de l'étude géotechnique. Les conclusions de cette étude géotechnique sont reprises ci-après.

- L'incidence de ces ouvrages sur la stabilité actuelle des talus existants peut être négligée,
- **La stabilité générale du projet** vis-vis d'un glissement plan ou d'un glissement circulaire « profond » n'est pas préoccupante, et **n'appelle pas de dispositions particulières**.

Des instabilités peuvent se produire localement au sein du terril, toutefois elles seront restreintes au site.

La gravité potentielle d'une instabilité liée au stockage de résidus peut être considérée comme « Modérée » au regard de la circulaire du 10 mai 2010 concernant les études de dangers.

Par ailleurs, l'évacuation progressive des résidus tout au long de l'exploitation permettra de réduire proportionnellement le risque associé à une instabilité du terril, jusqu'à ce que celui-ci soit nul.

## **4.2 Risques de pollution des eaux et événement pluvieux exceptionnel**

### **4.2.1 Ecoulements locaux et ouvrages de rétention**

Les eaux météoritiques s'infiltrent et ruissellent au droit du terril, constitué de résidus calcaires perméables. Les eaux de drainage sont collectées par un fossé en aval du terril d'un largeur de 3,50 m au maximum et d'une profondeur de 0,90 à 2,40 m. La route en contrebas est séparée de ce fossé par un merlon de protection supplémentaire. Ce fossé mène à un 2 bassins de rétention successifs.

Le premier bassin de rétention est bétonné. Il dispose d'une capacité de 95 m<sup>3</sup>. Le deuxième bassin de rétention est constitué d'un fond argileux. Il est majoritairement à sec, et a pour objectif de prévenir toute pollution des eaux. A cet effet, il présente un volume de rétention maximal de 245 m<sup>3</sup>.

Ces bassins sont curés annuellement. Les boues de curage sont entreposées sur le terril puis évacuées après décantation avec les résidus calcaires.

### **4.2.2 Risques de pollution des eaux**

Les suivis réalisés au niveau du ruisseau de la mine en aval du terril et du rejet du 2<sup>ème</sup> bassin montrent une eau de qualité acceptable pour la production d'eau potable (Cf. [Annexe 8](#)). Ces suivis seront maintenus à fréquence semestrielle, comme actuellement.

Le risque de pollution des eaux concerne donc principalement un événement pluvieux exceptionnel.

En effet, en cas d'épisode pluvieux intense, les eaux météoritiques ayant ruisselé par le terril sont susceptibles d'être chargées en matières en suspension. Elles seront retenues par les bassins en place.

Afin de vérifier que les volumes des ouvrages de rétention sont suffisamment dimensionnés en cas d'événement pluvieux important, on utilise la méthode des pluies locales. Pour cela, on s'appuie sur le guide technique « Conception et dimensionnement des systèmes de gestion des eaux pluviales et de collecte des eaux usées », publié par l'ASTEE en décembre 2017, qui permet de déterminer le volume de stockage  $V_m$  à l'aide de la loi de Montana :

$$H_e = a(T).d^{1-b(T)}$$

*Loi de Montana*

Avec :

- $H_e$  la hauteur de pluie en mm ;
- $d$  la durée de l'événement pluvieux en min ( $d = 180$ ) ;
- $T=10$  ans la période de retour, représentative de l'activité ;
- $a(T)$  et  $b(T)$  les coefficients de Montana, soit  $a = 8,6$  et  $b=0,65$  (coefficients pour Lyon).

Le volume ruisselé de pluie  $V_e$  en  $m^3$  pour une durée de pluie est donc :

$$V_e = 10 \cdot C_a \cdot A \cdot a(T) d^{1-b(T)}$$

Avec :

- $C_a$ , le coefficient d'apport. On considère un coefficient égal à 0,4 correspondant à une surface perméable homogène en cas d'événement pluvieux important,
- $A=0,86$  ha, la surface du bassin versant en ha.

On considère que la valve est fermée en sortie du 2<sup>ème</sup> bassin. Le débit de fuite serait négligeable ; le volume à stocker correspond donc au volume ruisselé.

Le volume à stocker en cas d'épisode pluvieux intense serait de 275  $m^3$ . Cela correspondrait à une hauteur de précipitations de 80 mm en 3 heures. La capacité totale des bassins de rétention est 340  $m^3$ , ce qui représente une marge de sécurité supérieure à 20 % et apparaît acceptable.

Les risques de pollution des eaux sont donc maîtrisés, y compris en cas d'événement pluvieux intense.

### **4.3 Conclusions de l'analyse de risques**

Ainsi, l'ensemble des risques présentés par l'installation sont maîtrisés par les mesures actuellement en place, notamment les mesures de conception. Ces mesures permettent d'assurer l'intégrité du stockage et seront conservées tout au long de l'exploitation.

## **5. Bilan hydrique**

La climatologie montre que les épisodes pluvieux intenses au niveau de la station de Crempigny-Bonneguête, localisée à environ 10 km au Sud-Est de la mine, (données météo depuis 2009) présentent un maximum de précipitations de 57,5 mm sur une journée, et un cumul moyen de 1 040 mm /an.

Les exutoires pour ces précipitations sont le sol et le sous-sol par infiltration, l'atmosphère par évapotranspiration, et le fossé de collecte relié aux 2 bassins de rétention successifs.

L'évapotranspiration réelle (ETR) est déterminée par la formule de Turc :

$$ETR \text{ (mm/an)} = P / (0,9+P^2/L^2)^{1/2}$$

Avec :

- $L = 0,05T^3 + 25 T + 300$
- $P =$  Précipitations annuelles en mm
- $T =$  température en °C.

On considère un cumul moyen annuel de 1 040 mm/an (donnée MétéoFrance, station de Crempigny-Bonneguête) afin de déterminer l'évapotranspiration réelle annuelle.

La température considérée ici est la température moyenne annuelle, qui correspond également à la température moyenne basse des mois présentant les épisodes pluvieux les plus intenses sur 24h, soit avril et octobre. Elle est de  $T = 11,7 \text{ °C}$ .

Ainsi, l'ETR est estimée localement à 582 mm /an. Les écoulements (ruissellement + infiltration) sont donc de 458 mm/an.

Le bilan hydrique annuel du teruil est synthétisé dans le tableau ci-après.

	<b>Bilan hydrique annuel</b>	
	<i>mm/an</i>	<i>m<sup>3</sup>/an</i>
Précipitations	1 044	8 960
Evapotranspiration réelle	582	5 010
Ecoulements	458	3 950

Les volumes annuels correspondants à la surface du bassin versant (environ 8 600 m<sup>2</sup>) sont donc de 5 040 m<sup>3</sup> ce qui correspond à un volume annuel potentiel maximal d'écoulements de 3 950 m<sup>3</sup> transitant par le fossé et les bassins.

En considérant le coefficient d'apport de 40 % correspondant à une surface perméable homogène en cas d'événement pluvieux important (cas majorant), le volume annuel potentiel maximal transitant par le fossé et les bassins serait de 1 580 m<sup>3</sup>.

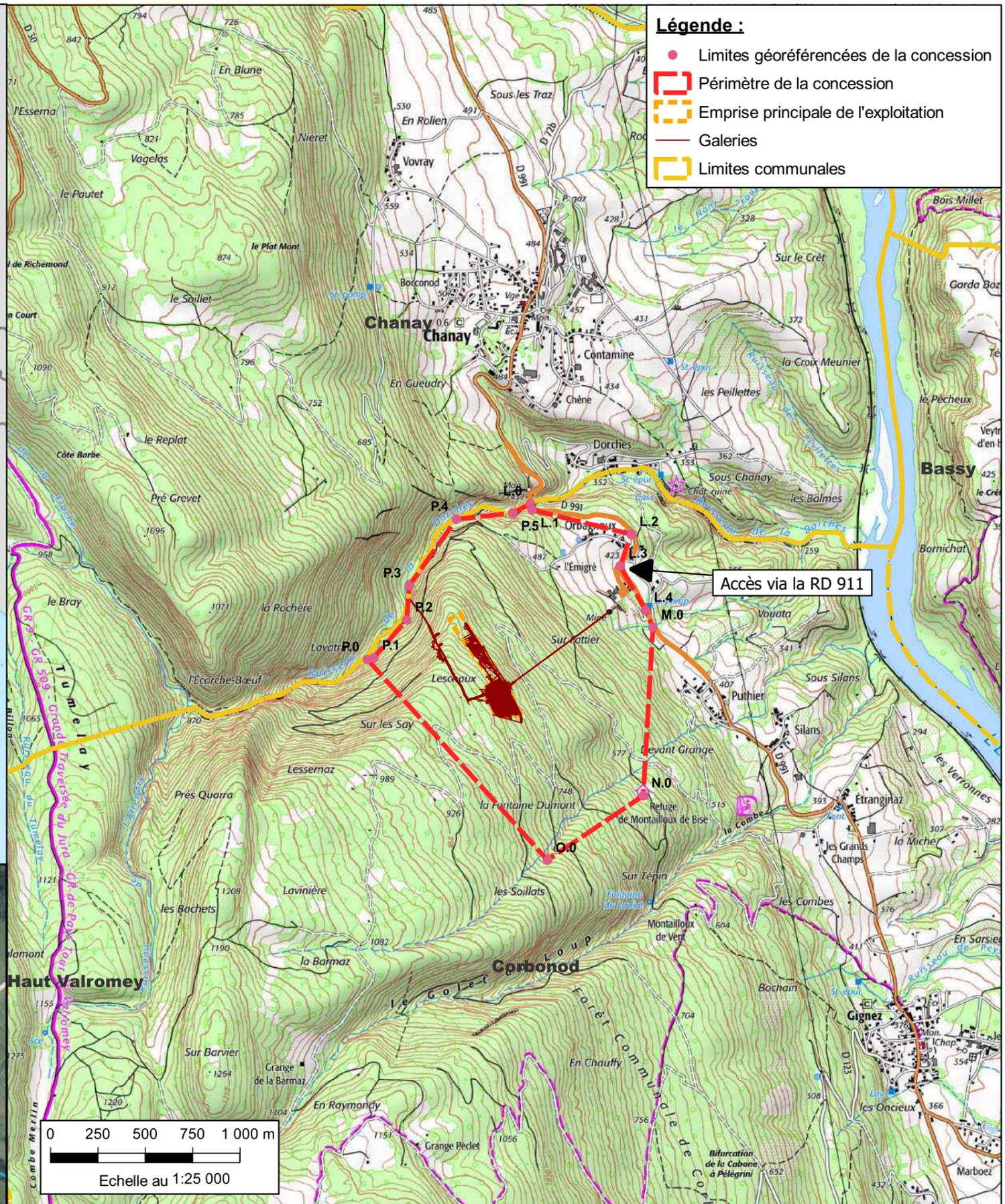
# ANNEXES

## Liste des annexes :

- Annexe 1 : Plan de localisation de la mine et du terril
- Annexe 2 : Bordereaux de suivis des stériles
- Annexe 3 : Rapports d'analyses des résidus du four – Campagne 2022
- Annexe 4 : Rapports d'analyse de la stabilité des dépôts et de la mise en œuvre du bassin de rétention
- Annexe 5 : Acceptabilité de résidus de pyrogénéation en technique routière et assimilés
- Annexe 6 : Suivis topographiques et cubatures du terril
- Annexe 7 : Note géotechnique sur la faisabilité du stockage des stériles en souterrain
- Annexe 8 : Rapports d'analyse de la qualité des eaux

**ANNEXE 1 : PLAN DE LOCALISATION DE LA MINE ET DU TERRIL**

---



- Légende :**
- Limites géoréférencées de la concession
  - ▭ Périmètre de la concession
  - ▭ Emprise principale de l'exploitation
  - Galeries
  - ▭ Limites communales

- Légende :**
- ★ Points de suivi des eaux superficielles
  - Tronçons hydrographiques
  - ▭ Terril et écoulements interceptés par les bassins
  - ▭ Périmètre de demande d'autorisation



		<p><b>Société des Mines d'Orbagnoux - Carbonod (01)</b> Plan de Gestion des Déchets d'Extraction</p>	Annexe 1
<p><b>Plan de localisation</b></p>		<p>Sources : IGN / Société des Mines d'Orbagnoux / ABO-GéoPlusEnvironnement</p>	

## **ANNEXE 2 : BORDEREAUX DE SUIVIS DES STÉRILES**

---



# LES MINES D'ORBAGNOUX

## Bordereau de suivi des stériles

Page n° 1/2

- À REMPLIR PAR L'ÉMETTEUR DU BORDEREAU -

<b>Bordereau n° : 24/003</b>	
<b>1. Emetteur du bordereau</b> Producteur du déchet N° SIRET : 562 095 695 00036 NOM : LES MINES D'ORBAGNOUX Adresse : Corbonod 01420 SEYSSEL Tél. : 04 50 56 19 10 Mél : mines.orbagnoux@orange.fr Personne à contacter : Daniel COLLIN	<b>2. Installation de destination ou d'entreposage ou de reconditionnement prévue</b> Entreposage provisoire ou reconditionnement <input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non N° SIRET : 383 938 108 0002 9 NOM : GUILLOT Adresse : CHAMPAINE-EN-Valnomey Tél. : 0479876385 Fax : Mél : Personne à contacter : GUILLOT- Référence CAP : Code D R : R5 (Recyclage ou récupération de matières inorganiques non métalliques)
<b>3. Dénomination du déchet</b> Rubrique déchet : 01 04 08 Consistance : X solide -liquide gazeux Dénomination usuelle : Stériles du four	
<b>4. Conditionnement</b> : <input checked="" type="checkbox"/> benne <input type="checkbox"/> citerne <input type="checkbox"/> GRV <input type="checkbox"/> fût <input type="checkbox"/> autre (préciser) Nombre de colis :	
<b>5. Quantité</b> <input type="checkbox"/> réelle <input checked="" type="checkbox"/> estimée	1200 tonnes
<b>6. Négociant</b> : pas de négociant	

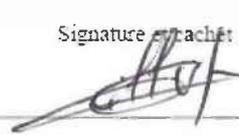
- À REMPLIR PAR LE COLLECTEUR-TRANSPORTEUR -

<b>7. Collecteur-transporteur</b> N° SIREN : [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] NOM : Adresse : Tél. : Fax : Mél : Personne à contacter :	Récépissé n° : Département : Limite de validité : Mode de transport : Date de prise en charge : / / Signature : <input type="checkbox"/> Transport multimodal (Cadres 20 et 21 à remplir)
--	--

- DECLARATION GENERALE DE L'ÉMETTEUR DU BORDEREAU -

<b>8. Déclaration générale de l'émetteur du bordereau :</b> Je soussigné certifie que les renseignements portés dans les cadres ci-dessus sont exacts et établis de bonne foi. NOM : Daniel Collin Date : 20/08/21 CAP : Certificat d'acceptation préalable.	Signature et cachet : 
---	---------------------------

- À REMPLIR PAR L'INSTALLATION DE DESTINATION -

<p>9. Expédition reçue à l'installation de destination  N° SIRET : 333 938 108 0002 9  NOM : G.A.E.C. de l'AVENIR  Adresse : 01260 CHAMPAGNE-EN-VALROMEY</p> <p>Personne à contacter : GUILLOT  Date de présentation : 02/08/2021  Lot accepté : <input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non  Motif de refus :</p> <p>Quantité réelle présentée : 1200 tonne(s)</p> <p>Signataire : Guillot  Date : 2008/21</p> <p>Signature et cachet : </p> <p><b>G.A.E.C. de l'AVENIR</b>  Groupement Agricole d'Exploitation en Commun reconnu  Société civile au capital variable initial de 653 400 F  R.C.S. BELLEY D 333 938 109  Siège social lieu dit "LILIGNOD"  01260 CHAMPAGNE EN VALROMEY  Compte Bancaire C5720395000</p>	
<p>10. Réalisation de l'opération :  Code D R : R5 (Recyclage ou récupération de matières inorganiques non métalliques)</p> <p>Usage de valorisation réalisé :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Sous-couche de chaussée ou d'accotements revêtus</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Plateforme d'activité économique revêtue – en remblai sous ouvrage, en couche de forme d'au plus 3 mètres de hauteur</li> <li><input type="checkbox"/> Autre (à décrire)</li> </ul> <p>Localisation chantier concerné :  Département : AIN Commune : Champagne-en-Valromey Lieu-dit : Lilignod</p> <p>Je soussigné certifie que l'opération ci-dessus a été effectuée  Signataire :  Date : 20/08/2021</p> <p>Signature et cachet :</p>	
<p>Le destinataire atteste avoir respecté les points suivants :</p> <p>L'utilisation a été faite :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• en dehors des zones inondables et à une distance minimale de 50 cm des plus hautes eaux cinquantennales ou, à défaut, des plus hautes eaux connues ;</li> <li>• à une distance minimale de 30 mètres de tout cours d'eau, y compris les étangs et les lacs. Cette distance est portée à 60 mètres si l'altitude du lit du cours d'eau est inférieure de plus de 20 mètres à celle de la base de l'ouvrage ;</li> <li>• en dehors des périmètres de protection rapprochés des captages d'alimentation en eau potable ;</li> <li>• en dehors des zones répertoriées comme présentant une sensibilité particulière vis-à-vis des milieux aquatiques. Sont concernées : <ul style="list-style-type: none"> <li>• les zones couvertes par une servitude d'utilité publique instituée, en application de l'article L. 211-12 du code de l'environnement, au titre de la protection de la ressource en eau ;</li> <li>• les zones désignées comme zone de protection des habitats des espèces, de la faune et de la flore sauvages en application de l'article L. 414-1 du code de l'environnement ;</li> <li>• les parcs nationaux ;</li> <li>• en dehors des zones de karsts affleurants.</li> </ul> </li> </ul> <p>Les stockages temporaires ont concerné moins de 1 000 tonnes</p> <p>Je soussigné certifie que l'opération a été effectuée en respectant les points ci-dessus  NOM : G.A.E.C. DE L'AVENIR  Date : 20/08/21</p> <p>Signature et cachet : </p> <p><b>G.A.E.C. de l'AVENIR</b>  Groupement Agricole d'Exploitation en Commun reconnu  Société civile au capital variable initial de 653 400 F  R.C.S. BELLEY D 333 938 109  Siège social lieu dit "LILIGNOD"  01260 CHAMPAGNE EN VALROMEY  Compte Bancaire C5720395000</p>	



# LES MINES D'ORBAGNOUX

## Bordereau de suivi des stériles

Page n° 1 / 2

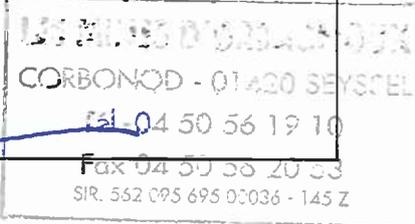
- À REMPLIR PAR L'ÉMETTEUR DU BORDEREAU -

<b>Bordereau n° : 19/001</b>	
<b>1. Emetteur du bordereau</b> Producteur du déchet  N° SIRET : 562 095 695 00036  NOM : LES MINES D'ORBAGNOUX Adresse : Corbonod 01420 SEYSSSEL Tél. : 04 50 56 19 10 Mél : mines.orbagnoux@orange.fr Personne à contacter : Daniel COLLIN	<b>2. Installation de destination ou d'entreposage ou de reconditionnement prévue</b> Entreposage provisoire ou reconditionnement <input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non  N° SIRET : 343 274 502 0001 6 NOM : GAEC SUR CHARIX Adresse : 17 Rte de CHARIX 01420 CHANAZ Tél. : 06 79 674198 Mél : gaecsurcharix@k-net.fr Personne à contacter : BORNARD Jean Référence CAP : Code D.R. : R5 (Recyclage ou récupération de matières inorganiques non métalliques)
<b>3. Dénomination du déchet</b> Rubrique déchet : 01 04 08 Consistance : X solide -liquide gazeux  Dénomination usuelle : Stériles du four	
<b>4. Conditionnement</b> : <input checked="" type="checkbox"/> benne <input type="checkbox"/> citerne <input type="checkbox"/> GRV <input type="checkbox"/> fût <input type="checkbox"/> autre (préciser)    Nombre de colis :	
<b>5. Quantité</b> <input checked="" type="checkbox"/> réelle <input type="checkbox"/> estimée	10.56 tonnes
<b>6. Négociant</b> : pas de négociant	

- A REMPLIR PAR LE COLLECTEUR-TRANSPORTEUR -

<b>7. Collecteur-transporteur</b> N° SIRET : [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] NOM : Adresse :  Tél. :                      Fax : Mél : Personne à contacter :	Récépissé n° :                      Département : Limite de validité : Mode de transport : Date de prise en charge : / /  Signature : <input type="checkbox"/> Transport multimodal (Cadres 20 et 21 à remplir)
---	---

- DECLARATION GENERALE DE L'ÉMETTEUR DU BORDEREAU -

<b>8. Déclaration générale de l'émetteur du bordereau</b> : Je soussigné certifie que les renseignements portés dans les cadres ci-dessus sont exacts et établis de bonne foi.  NOM : <u>Daniel Collin</u> Date : <u>05/03/2019</u> CAP : Certificat d'acceptation préalable.	Signature et cachet :  
---	--

## - À REMPLIR PAR L'INSTALLATION DE DESTINATION -

<p>9. Expédition reçue à l'installation de destination  N° SIRET: <b>343 274 502 0001 6</b>  NOM: <b>G.A.E.C. sur CHARIX</b>  Adresse: <b>17 Rte de Seyssel 01420 CHANAY</b></p> <p>Personne à contacter: <b>BORNARD Jean</b>  Date de présentation: <b>01/03/19</b>  Lot accepté: <input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non  Motif de refus:</p> <p>Signataire: <b>BORNARD Jean</b>  Date: <b>01/03/19</b></p>		<p>Quantité réelle présentée: <b>1056</b> tonne(s)  <b>G.A.E.C. sur CHARIX</b>  Groupement Agricole d'Exploitation en Commun  Société Civile au capital social fixe de 457 480 Euros  <b>SIÈGE SOCIAL: CHANAY (01420)</b>  Téléphone: <b>04 50 59 53 36 / 04 50 59 53 36</b>  R.C. Bourg en Bresse 343 274 502  T.V.A. FR 29 343 274 502</p>
<p>10. Réalisation de l'opération:  Code D/R: R5 (Recyclage ou récupération de matières inorganiques non métalliques)</p> <p>Usage de valorisation réalisé:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Sous-couche de chaussée ou d'accotements revêtus</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Plateforme d'activité économique revêtue – en remblai sous ouvrage, en couche de forme d'au plus 3 mètres de hauteur</li> <li><input type="checkbox"/> Autre (à décrire)</li> </ul> <p>Localisation chantier concerné:  Département: <b>AIN</b> Commune: <b>CHANAY</b> Lieu-dit:</p> <p>Je soussigné certifie que l'opération ci-dessus a été effectuée  Signataire:  Date: <b>05/03/19</b> Signature et cachet:</p>		
<p>Le destinataire atteste avoir respecté les points suivants:</p> <p>L'utilisation a été faite:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• en dehors des zones inondables et à une distance minimale de 50 cm des plus hautes eaux cinquantennales ou, à défaut, des plus hautes eaux connues;</li> <li>• à une distance minimale de 30 mètres de tout cours d'eau, y compris les étangs et les lacs. Cette distance est portée à 60 mètres si l'altitude du lit du cours d'eau est inférieure de plus de 20 mètres à celle de la base de l'ouvrage;</li> <li>• en dehors des périmètres de protection rapprochés des captages d'alimentation en eau potable;</li> <li>• en dehors des zones répertoriées comme présentant une sensibilité particulière vis-à-vis des milieux aquatiques. Sont concernées: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ les zones couvertes par une servitude d'utilité publique instituée, en application de l'article L. 211-12 du code de l'environnement, au titre de la protection de la ressource en eau;</li> <li>◦ les zones désignées comme zone de protection des habitats des espèces, de la faune et de la flore sauvages en application de l'article L. 414-1 du code de l'environnement;</li> <li>◦ les parcs nationaux;</li> <li>◦ en dehors des zones de karsts affleurants.</li> </ul> </li> </ul> <p>Les stockages temporaires ont concerné moins de 1 000 tonnes</p> <p>Je soussigné certifie que l'opération a été effectuée en respectant les points ci-dessus</p> <p>NOM: <b>G.A.E.C. sur CHARIX</b>  Date: <b>01/03/19</b></p> <p><b>G.A.E.C. sur CHARIX</b>  Groupement Agricole d'Exploitation en Commun  Société Civile au capital social fixe de 457 480 Euros  <b>SIÈGE SOCIAL: CHANAY (01420)</b>  Téléphone: <b>04 50 59 53 36 / 04 50 59 53 36</b>  R.C. Bourg en Bresse 343 274 502  T.V.A. FR 29 343 274 502</p>		



# LES MINES D'ORBAGNOUX

## Bordereau de suivi des stériles

Page n° 1 / 2

- À REMPLIR PAR L'ÉMETTEUR DU BORDEREAU -

<b>Bordereau n° :</b> 19/002	
<b>1. Émetteur du bordereau</b> Producteur du déchet  N° SIRET : 562 095 695 00036  NOM : LES MINES D'ORBAGNOUX Adresse : Corbonod 01420 SEYSSEL Tél. : 04 50 56 19 10 Mél : mines.orbagnoux@orange.fr Personne à contacter : Daniel COLLIN	<b>2. Installation de destination ou d'entreposage ou de reconditionnement prévue</b> Entreposage provisoire ou reconditionnement <input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non  N° SIRET : 331 448 455 0002 0 NOM : G4CC - FACOT Adresse : LE RHT. Abergemunt Tél. : 06 73 09 49 03 Fax : Mél : Personne à contacter : FACOT. LÉO- Référence CAP : Code D.R. : RS (Recyclage ou récupération de matières inorganiques non métalliques)
<b>3. Dénomination du déchet</b> Rubrique déchet : 01 04 08 Consistance : X solide -liquide gazeux  Dénomination usuelle : Stériles du four	
<b>4. Conditionnement :</b> <input checked="" type="checkbox"/> benne <input type="checkbox"/> citerne <input type="checkbox"/> GRV <input type="checkbox"/> fût <input type="checkbox"/> autre (préciser)    Nombre de colis :	
<b>5. Quantité</b> <input type="checkbox"/> réelle <input checked="" type="checkbox"/> estimée	2000 tonnes
<b>6. Négociant :</b> pas de négociant	

- À REMPLIR PAR LE COLLECTEUR-TRANSPORTEUR -

<b>7. Collecteur-transporteur</b> N° SIREN : [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] NOM : Adresse :  Tél. :                      Fax : Mél : Personne à contacter :	Récépissé n° :                      Département : Limite de validité : Mode de transport : Date de prise en charge : / /  Signature: <input type="checkbox"/> Transport multimodal (Cadres 20 et 21 à remplir)
---	--

- DECLARATION GENERALE DE L'ÉMETTEUR DU BORDEREAU -

<b>8. Déclaration générale de l'émetteur du bordereau :</b>  Je soussigné certifie que les renseignements portés dans les cadres ci-dessus sont exacts et établis de bonne foi.  NOM : Daniel Collin    Date : 14.03.2019 CAP : Certificat d'acceptation préalable.	Signature et cachet : 
--	---------------------------

- À REMPLIR PAR L'INSTALLATION DE DESTINATION -

<p><b>9. Expédition reçue à l'installation de destination</b></p> <p>N° SIRET : 331 118 455 0102 0          NOM : GAEC FAGOT          Adresse : 01260. Le Petit Abergement          Personne à contacter : FAGOT. LEO          Date de présentation : 01/03 2019          Lot accepté : <input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non          Motif de refus :</p>		<p>Quantité réelle présentée : 2000 tonnes(s)</p> <p><b>GAEC FAGOT</b>          La Bataillère          01260 Le Petit Abergement</p> <p>Port : 06.73.09.42.03 / 06.73.09.65.48          Capital de 173 300 €          RCS N° 33 111 84 55          TVA. FR 0833 111 84 55</p>
<p>Signataire : FAGOT. LEO          Date : 14/03/2019</p> <p>Signature et cachet :</p>		
<p><b>10. Réalisation de l'opération :</b>          Code D.R : R5 (Recyclage ou récupération de matières inorganiques non métalliques)</p> <p>Usage de valorisation réalisé :</p> <p><input type="checkbox"/> Sous-couche de chaussée ou d'accotements revêtus  <input checked="" type="checkbox"/> Plateforme d'activité économique revêtue – en remblai sous ouvrage, en couche de forme d'au plus 3 mètres de hauteur  <input type="checkbox"/> Autre (à décrire)</p>		
<p>Localisation chantier concerné :</p> <p>Département : 01 Commune : CORANOND Lieu-dit : Plan Lévy</p>		<p><b>GAEC FAGOT</b>          La Bataillère          01260 Le Petit Abergement</p> <p>Port : 06.73.09.42.03 / 06.73.09.65.48          Capital de 173 300 €          RCS N° 33 111 84 55          TVA. FR 0833 111 84 55</p>
<p>Je soussigné certifie que l'opération ci-dessus a été effectuée</p> <p>Signataire : FAGOT. LEO          Date : 14/03/2019</p> <p>Signature et cachet :</p>		
<p>Le destinataire atteste avoir respecté les points suivants :</p> <p>L'utilisation a été faite :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• en dehors des zones inondables et à une distance minimale de 50 cm des plus hautes eaux cinquantennales ou, à défaut, des plus hautes eaux connues ;</li> <li>• à une distance minimale de 30 mètres de tout cours d'eau, y compris les étangs et les lacs. Cette distance est portée à 60 mètres si l'altitude du lit du cours d'eau est inférieure de plus de 20 mètres à celle de la base de l'ouvrage ;</li> <li>• en dehors des périmètres de protection rapprochés des captages d'alimentation en eau potable ;</li> <li>• en dehors des zones répertoriées comme présentant une sensibilité particulière vis-à-vis des milieux aquatiques. Sont concernées :             <ul style="list-style-type: none"> <li>• les zones couvertes par une servitude d'utilité publique instituée, en application de l'article L. 211-12 du code de l'environnement, au titre de la protection de la ressource en eau ;</li> <li>• les zones désignées comme zone de protection des habitats des espèces, de la faune et de la flore sauvages en application de l'article L. 414-1 du code de l'environnement ;</li> <li>• les parcs nationaux ;</li> <li>• en dehors des zones de karsts affleurants.</li> </ul> </li> </ul> <p>Les stockages temporaires ont concerné moins de 1 000 tonnes</p>		<p><b>GAEC FAGOT</b>          La Bataillère          01260 Le Petit Abergement</p> <p>Port : 06.73.09.42.03 / 06.73.09.65.48          Capital de 173 300 €          RCS N° 33 111 84 55          TVA. FR 0833 111 84 55</p>
<p>Je soussigné certifie que l'opération a été effectuée en respectant les points ci-dessus</p> <p>NOM : GAEC FAGOT          Date : 14/03/2019</p> <p>Signature et cachet :</p>		

**ANNEXE 3 : RAPPORTS D'ANALYSE DES RÉSIDUS DU FOUR –  
CAMPAGNE 2022**

---



Rapport d'analyse Page 1 / 4  
Edité le : 11/08/2022

LES MINES D'ORBAGNOUX  
M. Daniel COLLIN

Corbonod  
01420 SEYSSEL

Le rapport établi ne concerne que l'échantillon soumis à l'essai. Il comporte 4 pages.

La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.

Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport, sauf lorsque l'information est fournie par le client. En outre, le laboratoire ne saurait être tenu pour responsable des informations fournies par le client et affectant la validité des résultats.

Dans le cas où le laboratoire n'a pas été chargé de l'étape d'échantillonnage, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

Les activités de laboratoire sont réalisées au sein de SOCOR à DECHY, hormis les paramètres éventuellement sous-traités qui sont réalisés chez le sous-traitant, dont l'adresse est indiquée sur son rapport d'essais joint

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.

Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

La référence de l'échantillon, sa nature, ainsi que la date de prélèvement, si celui-ci a été réalisé par le client, sont des informations fournies par ce dernier.

<b>Identification dossier :</b>	SOC22-9388	<b>Référence contrat :</b>	SOCC22-1253
<b>Identification rapport :</b>	<b>SOC2207-2215 V1</b>	<b>Identification échantillon :</b>	<b>SOC2207-2215</b>
<b>Référence client :</b>	Terril période four 2022		
<b>Nature:</b>	(PRODUITS SOLIDES - DÉCHETS SOLIDES)		
<b>Prélèvement :</b>	Réceptionné le 15/07/2022		
	Prélevé par le client		

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont disponibles sur demande. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Date de début d'analyse le 21/07/2022

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Détection	Références de qualité	COFRAC
<b>Analyse sur le produit</b>						
<i>Analyses physiques</i>						
Humidité totale	6.5	% brut	NF EN 15934-A	Q		#
<i>Analyse de base</i>						
Préparation et broyage d'un résidu de combustion	-	-	NF EN 15002	NA		#
Refus de broyage(non analysé et non pris en compte dans les résultats ci après)	0.0	% sec	Broyage	Q		
<i>Analyse élémentaire</i>						
Carbone organique total (COT)	1.70	% sec	NF EN 15936 Méthode B	Q		
<b>Composés organiques</b>						
<i>BTEX</i>						
Benzène	0.1	mg/kg sec	HSS/GC/MS Extraction méthanol - NF EN ISO 22155	Q		
Toluène	1.1	mg/kg sec	HSS/GC/MS Extraction méthanol - NF EN ISO 22155	Q		
Ethylbenzène	0.3	mg/kg sec	HSS/GC/MS Extraction méthanol - NF EN ISO 22155	Q		

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Détection	Références de qualité
Xylène ortho	0.3	mg/kg sec	HSS/GC/MS Extraction méthanol - NF EN ISO 22155	Q	
Xylènes (m + p)	0.6	mg/kg sec	HSS/GC/MS Extraction méthanol - NF EN ISO 22155	Q	
Somme des BTEX	2.40	mg/kg sec	calcul	Q	
<b>HAP</b>					
Fluoranthène	<0.05	mg/kg sec	GC/MS - NF EN 15527	ND	
Benzo (b) fluoranthène	<0.05	mg/kg sec	GC/MS - NF EN 15527	ND	
Benzo (k) fluoranthène	<0.05	mg/kg sec	GC/MS - NF EN 15527	ND	
Benzo (a) pyrène	<0.05	mg/kg sec	GC/MS - NF EN 15527	ND	
Benzo (ghi) pérylène	<0.05	mg/kg sec	GC/MS - NF EN 15527	ND	
Indéno (1,2,3 cd) Pyrène	<0.05	mg/kg sec	GC/MS - NF EN 15527	ND	
Anthracène	<0.05	mg/kg sec	GC/MS - NF EN 15527	ND	
Acénaphthène	<0.05	mg/kg sec	GC/MS - NF EN 15527	ND	
Chrysène	<0.05	mg/kg sec	GC/MS - NF EN 15527	ND	
Dibenzo (a,h) anthracène	<0.05	mg/kg sec	GC/MS - NF EN 15527	ND	
Fluorène	<0.05	mg/kg sec	GC/MS - NF EN 15527	ND	
Naphtalène	0.21	mg/kg sec	GC/MS - NF EN 15527	Q	
Pyrène	<0.05	mg/kg sec	GC/MS - NF EN 15527	ND	
Phénanthrène	0.07	mg/kg sec	GC/MS - NF EN 15527	Q	
Acénaphthylène	<0.05	mg/kg sec	GC/MS - NF EN 15527	ND	
Benzo (a) anthracène	<0.05	mg/kg sec	GC/MS - NF EN 15527	ND	
Somme des 16 HAP	<0.980	mg/kg	GC/MS - NF EN 15527	ND	
<b>Hydrocarbures C10-C40</b>					
Indice hydrocarbures C10-C40	<25	mg/kg sec	GC/FID - NF EN 14039	ND	
<b>PCB congénères</b>					
PCB 28	<0.01	mg/kg sec	GC/MS - NF EN 17322 (2020)	ND	
PCB 52	<0.01	mg/kg sec	GC/MS - NF EN 17322 (2020)	ND	
PCB 101	<0.01	mg/kg sec	GC/MS - NF EN 17322 (2020)	ND	
PCB 118	<0.01	mg/kg sec	GC/MS - NF EN 17322 (2020)	ND	
PCB 138	<0.01	mg/kg sec	GC/MS - NF EN 17322 (2020)	ND	
PCB 153	<0.01	mg/kg sec	GC/MS - NF EN 17322 (2020)	ND	
PCB 180	<0.01	mg/kg sec	GC/MS - NF EN 17322 (2020)	ND	
Somme des 7 PCB	<0.07	mg/kg sec	GC/MS - NF EN 17322 (2020)	ND	
PCB totaux calculés	<0.30	mg/kg sec	GC/MS - NF EN 17322 (2020)	ND	
<b>Dioxines - Furanes</b>					
Dioxines et furanes (*)	cf rapport joint	-	-	NA	
<b>Dioxines PCDD et PCDF</b>					
Prise d'essai (MS) (*)	3.17	g MS	HRGC/HRMS - Méthode interne	NA	
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine (*)	36.7388	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	Q	
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane (*)	1.1335	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	Q	
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane (*)	< 0.1	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	ND	
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane (*)	< 0.1	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	D	
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine (*)	1.3645	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	Q	
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane (*)	< 0.1	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	D	
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine (*)	1.3433	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	Q	

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Détection	Références de qualité
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane (*)	< 0.1	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	ND	
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane (*)	< 0.1	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	ND	
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine (*)	0.1116	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	Q	
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane (*)	< 0.1	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	D	
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane (*)	< 0.1	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	D	
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine (*)	0.2714	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	Q	
2,3,7,8-Tétrachlorodibenzodioxine (*)	< 0.1	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	D	
2,3,7,8-Tétrachlorodibenzofurane (*)	< 0.2	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	D	
Octachlorodibenzodioxine (*)	101.7953	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	Q	
Octachlorodibenzofurane (*)	< 4	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	D	
Somme des tétrachlorodibenzodioxines (*)	0.2944	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	Q	
Somme des tétrachlorodibenzofuranes (*)	0.5087	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	Q	
Somme des pentachlorodibenzodioxines (*)	0.7368	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	Q	
Somme des pentachlorodibenzofuranes (*)	0.2017	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	Q	
Somme des hexachlorodibenzodioxines (*)	2.9793	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	Q	
Somme des hexachlorodibenzofuranes (*)	0.7436	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	Q	
Somme des heptachlorodibenzodioxines (*)	55.8867	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	Q	
Somme des heptachlorodibenzofuranes (*)	2.0671	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	Q	
Dioxines, furanes : TEQ (OMS1998) nd=0 (*)	0.80	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	Q	
Dioxines, furanes : TEQ (OMS1998) nd=loq (*)	1.0	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	Q	
Dioxines, furanes : TEQ (OMS1998) nd=loq/2 (*)	0.90	ng/kg MS	HRGC/HRMS après extraction liquide/solide - Méthode MET-003	Q	
<b>Test de lixiviation</b>					
<b>Lixiviation : 1 éluat de 24h</b>					
Concassage à 4 mm	-	-	Test de lixiviation sur produit <4 mm - NF EN 12457-2	NA	
Prise d'essai mise à lixivier	96.3	g	Test de lixiviation sur produit <4 mm - NF EN 12457-2	NA	
Volume d'eau ajouté	893.7	ml	Test de lixiviation sur produit <4 mm - NF EN 12457-2	NA	
Date de début	26/07/2022	-	Test de lixiviation sur produit <4 mm - NF EN 12457-2	NA	
Date de fin	27/07/2022	-	Test de lixiviation sur produit <4 mm - NF EN 12457-2	NA	
Filtration 0.45 µm	-	-	Test de lixiviation sur produit <4 mm - NF EN 12457-2	NA	
Volume du lixiviat récupéré	750	ml	Test de lixiviation sur produit <4 mm - NF EN 12457-2	NA	
Température du lixiviat	conforme	°C	Test de lixiviation sur produit <4 mm - NF EN 12457-2	NA	
<b>Métaux</b>					
Baryum lixiviable	0.102	mg/l	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	Q	
Baryum lixiviable	1.02	mg/kg sec	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	Q	

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Détection	Références de qualité
Chrome lixiviable	< 0.005	mg/l	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	ND	
Chrome lixiviable	<0.05	mg/kg sec	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	ND	
Cuivre lixiviable	< 0.005	mg/l	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	ND	
Cuivre lixiviable	<0.05	mg/kg sec	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	ND	
Nickel lixiviable	< 0.005	mg/l	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	ND	
Nickel lixiviable	<0.05	mg/kg sec	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	ND	
Plomb lixiviable	< 0.005	mg/l	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	ND	
Plomb lixiviable	<0.05	mg/kg sec	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	ND	
Zinc lixiviable	< 0.050	mg/l	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	ND	
Zinc lixiviable	<0.5	mg/kg sec	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	ND	
Cadmium lixiviable	< 0.0005	mg/l	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	ND	
Cadmium lixiviable	<0.005	mg/kg sec	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	ND	
Molybdène lixiviable	0.524	mg/l	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	Q	
Molybdène lixiviable	5.24	mg/kg sec	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	Q	
Antimoine lixiviable	< 0.001	mg/l	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	D	
Antimoine lixiviable	<0.01	mg/kg sec	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	ND	
Arsenic lixiviable	0.002	mg/l	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	Q	
Arsenic lixiviable	0.02	mg/kg sec	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	Q	
Sélénium lixiviable	< 0.001	mg/l	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	D	
Sélénium lixiviable	<0.01	mg/kg sec	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	ND	
Mercure lixiviable	< 0.00010	mg/l	SAA SnCl2 vap. froides - NF EN ISO 12846	ND	
Mercure lixiviable	<0.0010	mg/kg sec	SAA SnCl2 vap. froides - NF EN ISO 12846	ND	
<b>Analyses physicochimiques de base</b>					
Température de mesure pH	19.0	°C	NF EN 10523	Q	
pH à 20°C sur lixiviat	9.05	-	Electrochimie	Q	
Conductivité électrique à 25°C sur lixiviat	234.2	µS/cm	Conductimétrie - NF EN 27888	NA	
Fraction soluble	220	mg/l	Gravimétrie après séchage à 105°C - NF T90-029	Q	
Fraction soluble	0.220	% sec	Gravimétrie après séchage à 105°C - NF T90-029	Q	
Fluorures lixiviables	5.32	mg/l	Chromatographie ionique - NF EN ISO 10304-1	Q	
Fluorures lixiviables	53.2	mg/kg sec	Chromatographie ionique - NF EN ISO 10304-1	Q	
Chlorures lixiviables	0.4	mg/l	Chromatographie ionique - NF EN ISO 10304-1	Q	
Chlorures lixiviables	4.0	mg/kg sec	Chromatographie ionique - NF EN ISO 10304-1	Q	
Sulfates lixiviables	71.0	mg/l	Chromatographie ionique - NF EN ISO 10304-1	Q	
Sulfates lixiviables	710.0	mg/kg sec	Chromatographie ionique - NF EN ISO 10304-1	Q	

Détection : Q : Quantifié D : Détecé ND : Non Détecé NA : Non Applicable

SPC

Analyse des sous-produits de combustion selon l'arrêté du 18 novembre 2011

Celine DUROT  
Responsable laboratoire Spectro



**ANNEXE 4 : RAPPORTS D'ANALYSE DE LA STABILITÉ DES DÉPÔTS ET DE  
LA MISE EN OEUVRE DU BASSIN DE RÉTENTION**

---

**Département de l'AIN**  
**Commune de CORBONOD**

**LES MINES D'ORBAGNOUX**

◆ 01420 CORBONOD ◆

**MINES D'ORBAGNOUX**

**ANALYSE DE LA  
STABILITÉ DES DÉPÔTS**

**E.142/14**

**N° de Dossier : 2014-05-0424**

**Christine REY**

**Juillet 2014**

## 1 - OBJET

- ❑ La présente étude a été réalisée à la demande et pour le compte de la **Société Les Mines d'Orbagnoux**, dans le cadre de la **gestion des dépôts de stériles**, sur son site d'Orbagnoux, sur la commune de CORBONOD (AIN).
- ❑ Elle a pour objet d'appréhender la stabilité des dépôts existants, et définir, le cas échéant, les éventuelles mesures protectrices et confortatives pour en assurer la stabilité.

A cet effet, les investigations sur le terrain, réalisées le 22 Mai 2014 ont consisté en l'examen visuel détaillé des dépôts :

- observation des éventuels désordres (indice d'érosion, d'instabilité en talus ou en crête de talus),
  - mesures des pentes / établissement des profils,
  - identification visuelle des matériaux et prélèvement d'échantillons,
  - 2 identifications GTR en laboratoire.
- ❑ Notre étude entre dans le cadre des missions normalisées de notre classification professionnelle au titre "d'étude géotechnique de projet **G2 / phase PRO**" (cf. Norme NF P 94-500 en fin de rapport).

## 2 - SITUATION – CONTEXTE GEOLOGIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE

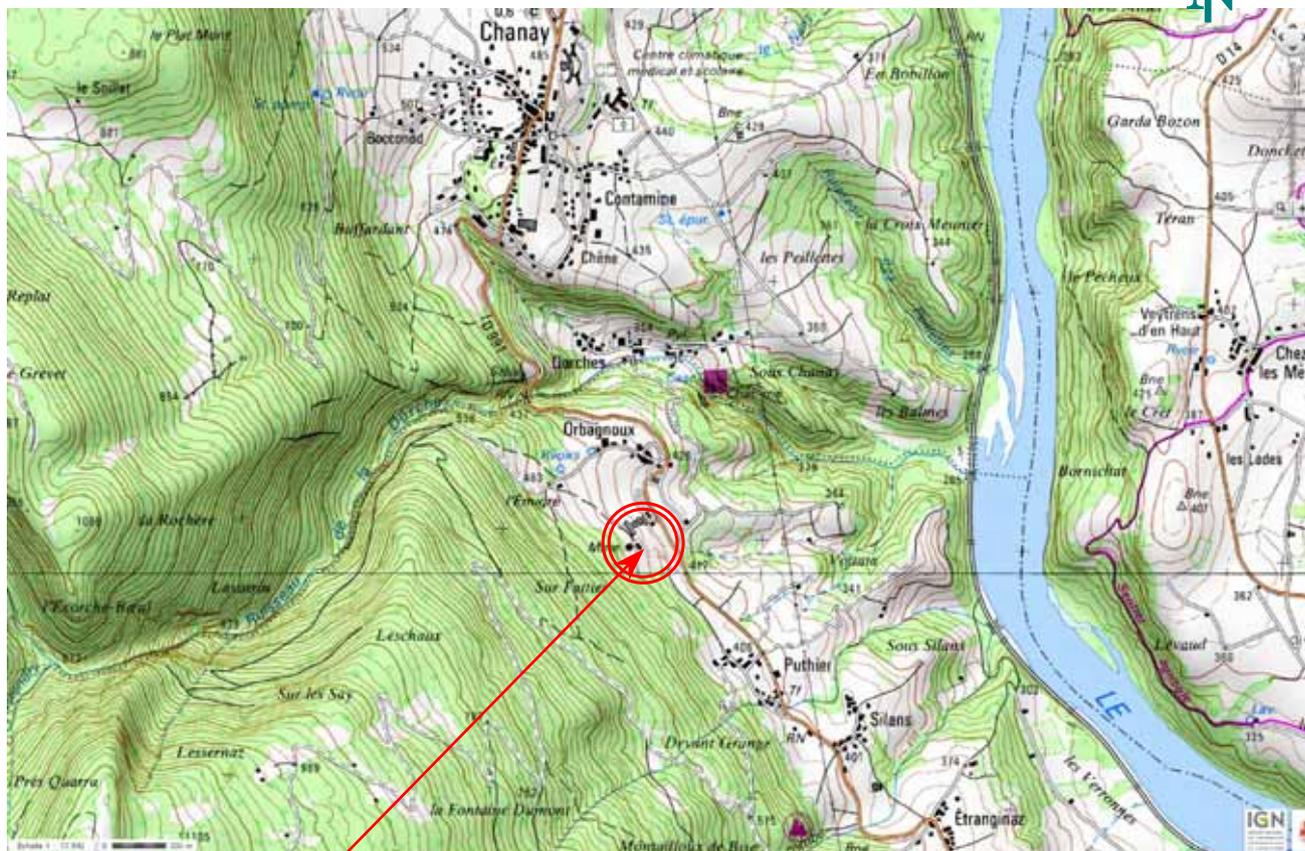
- ❑ Les Mines d'Orbagnoux se situent à Corbonod, à environ 5 km au Nord-Ouest de Seyssel, en bordure de la RD 991 (cf. **Fig. 1** ; p. 3).

Les dépôts de stériles, objet de la présente étude s'inscrivent à une vingtaine de mètres en amont de la RD 991, entre les installations au Nord et le ruisseau de la Mine à l'Ouest et au Sud.

- ❑ Les Mines d'Orbagnoux exploitent depuis près de 150 ans les calcaires du Kimméridgien supérieur : il s'agit de calcaires bitumineux à débit schisteux. Une campagne d'extraction de 90 jours a lieu annuellement.

Le stock de stériles est principalement constitué d'un matériau 0/31,5 mm issu du brûlage et de la distillation des calcaires bitumineux, et de "cendres".

Fig. 1 – SITUATION GÉOGRAPHIQUE



**SITE**



### ☐ Séismicité

Le décret n° 2010-1254 du 22 Octobre 2010, classe la commune en "zone de sismicité modérée" (**zone 3**) ; dans ce cas, on retiendra les hypothèses suivantes :

Zone de sismicité	Catégorie d'importance de l'ouvrage	Coefficient d'importance $\gamma_I$	Accélération de référence (Sol rocheux de Classe A)	Accélération horizontale de calcul (Sol rocheux de Classe A)	SOLS	
			$a_{gr}$	$a_g = \gamma_I \times a_{gr}$	Classe	Paramètre de sol
3	I	0,8	0,7	0,56	A	1

## 3 - RESULTATS DES INVESTIGATIONS ET OBSERVATIONS DE TERRAIN

### 3.1 - Méthodes de mise en œuvre des stocks

- ☐ D'après les informations qui nous ont été données par l'Entreprise, préalablement à la campagne d'extraction, des "casiers d'essorage" sont aménagés en déblais dans le dépôt existant.

Après distillation et passage au four des calcaires bitumineux, les stériles équivalent à un matériau 0/31,5 mm sont arrosés de manière à faire chuter leur température de 450° (sortie de four) à 40/50°.

Ces matériaux refroidis, mais saturés, sont ensuite déversés à la chargeuse dans les "casiers d'essorage", où ils vont se décanter.

A l'aval du dépôt, un fossé de drainage a d'autre part été terrassé dans les anciens dépôts végétalisés, de manière à réceptionner les infiltrations d'eau issues de l'essorage des dépôts saturés, et les conduire vers les dispositifs de drainage du site (fossés...).

Après un an, les matériaux décanterés sont repris pour permettre la réalisation de nouveaux "casiers d'essorage", et sont gerbés en extrémité Sud-Est du dépôt (cf. Photo n° 19 en **Annexe 1**). Un remodelage des pentes est alors réalisé.

- ☐ Cette année, la réalisation des casiers d'essorage et la purge du fossé de drainage ont été réalisés le 2 Mai 2014.

### 3.2 - Observations (cf. *Photos en Annexe 1*)

- ❑ Le dépôt "récent", mis en œuvre depuis une dizaine d'années s'étend sur environ 150 m de long, et 30 à 40 m de large, entre les cotes 427-428 NGF et 437-439 NGF (= plate-forme sommitale du dépôt).

A l'aval, le secteur compris entre le pied du dépôt récent et la RD 991 est entièrement boisé et végétalisé. Au vu des matériaux visibles en surface, et dans les talus du fossé de drainage, ce secteur est une ancienne zone de dépôt ( $\geq 15$ -20 ans) stabilisée.

- ❑ Ces dépôts ont vraisemblablement été déposés sur un T.N non décapé, dont la pente initiale avoisinait une douzaine de degrés.

D'après les affleurements rocheux observables dans le lit du ruisseau de la Mine en amont du dépôt, et le long de la RD 991 (cf. Photo n° 21), le substratum calcaire est peu profond sous la base du dépôt ; il est néanmoins, vraisemblablement masqué, par une frange d'altération, ou des colluvions argilo-limoneuses à blocs d'épaisseur métrique.

#### ❑ Descriptifs des profils

Un levé de 3 profils topographiques précis a été réalisé ; leur implantation est indiquée sur la **Fig. 2** ; p. 6.

#### COUPE 1

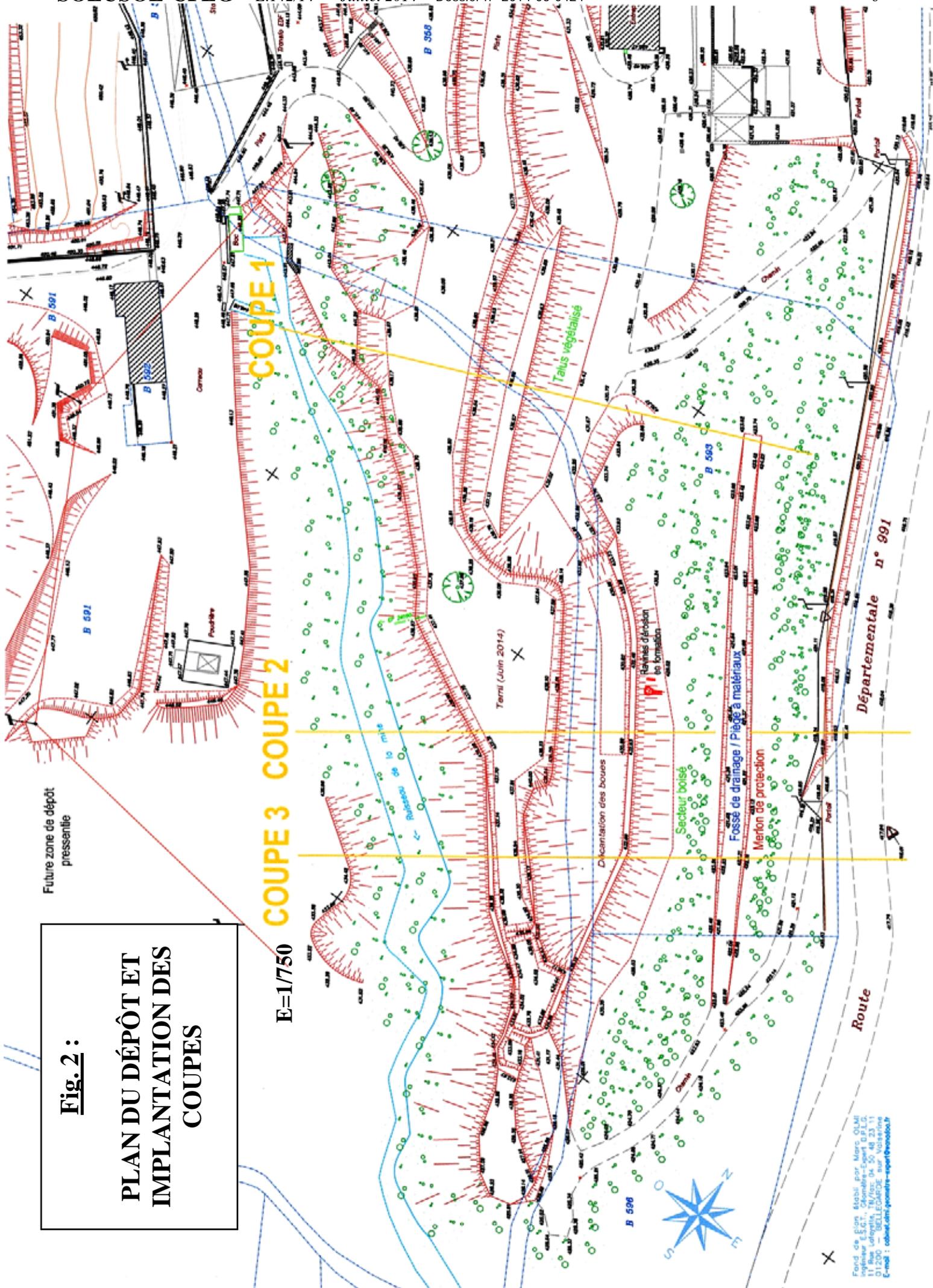
(cf. **Fig. 3**; p. 7 ; et **photographies n° 1 et 2**)

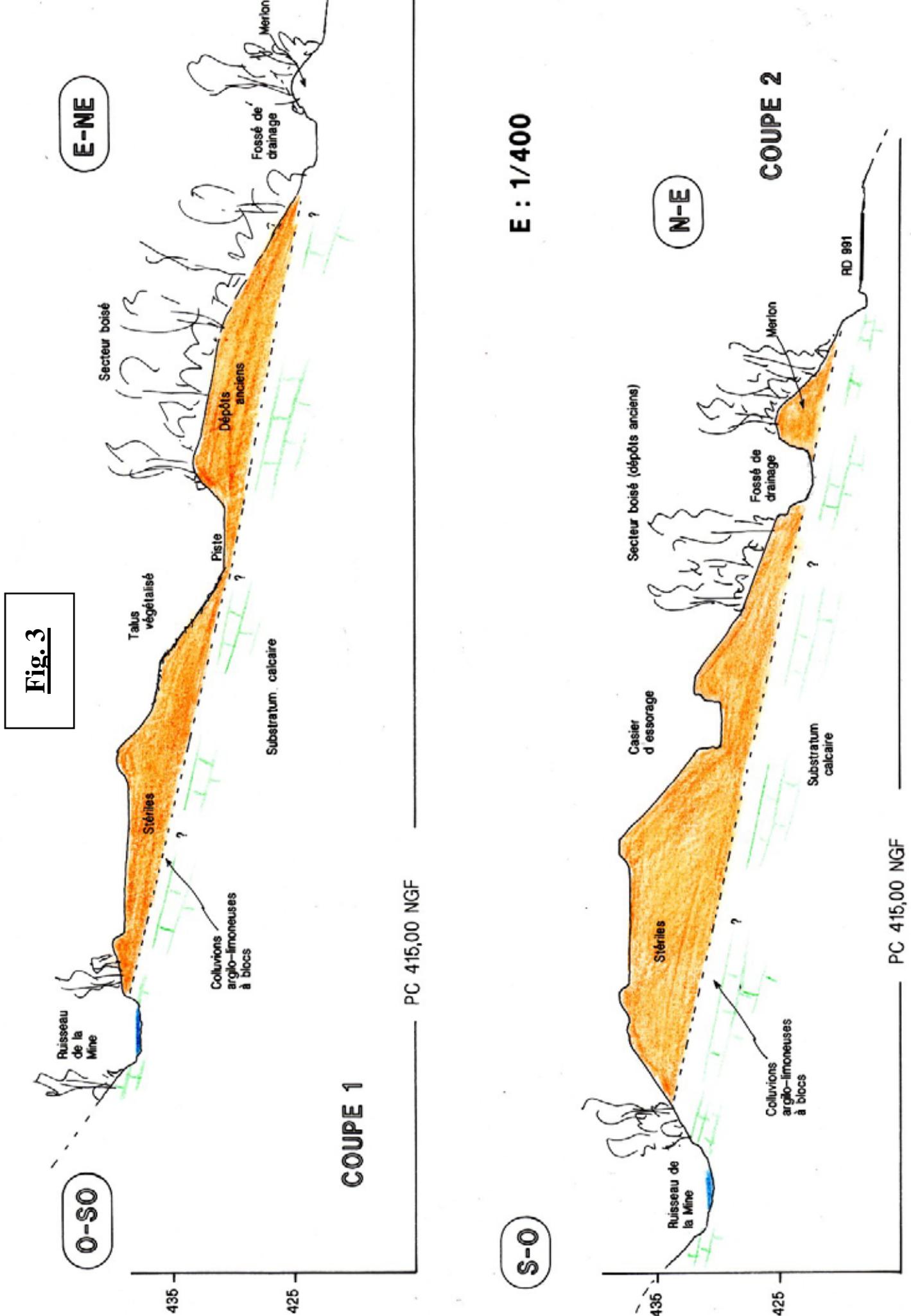
Cette coupe s'inscrit dans la partie la plus ancienne du dépôt, côté installations. Il s'agit d'un talus définitif, dont la partie inférieure a été végétalisée (mise en œuvre d'une couche de terre végétale de 0,20 m d'épaisseur / végétalisation).

La hauteur du talus, depuis le merlon matérialisant le bord de la plate-forme sommitale (cote 439  $\approx$ ) jusqu'à la piste est de 9 m. Il est constitué de 2 talus séparés par une banquette intermédiaire de 3 à 3,50 m de largeur.

	Talus supérieur	Talus inférieur
Hauteur	3,0 m à 3,50 m	5,00 à 5,50 m
Pente	40 à 42° maxi	35 à 40°

, soit une pente intégratrice de 30° environ.





La banquette et le talus inférieur sont enherbés.

Ce talus ne présente pas de désordres particuliers, à l'exception de quelques anciennes loupes de glissement pelliculaire (  $e = 0,20$  m à  $0,30$  m), stabilisées, et sans incidence sur la stabilité d'ensemble du talus.

## COUPE 2

(cf. **Fig. 3** ; p. 7 et photographies n° 9 à 16)

Ce talus provisoire et évolutif a une hauteur totale de 10 m jusqu'à la zone boisée matérialisant l'ancienne zone de dépôt. Il a été dernièrement terrassé pour l'aménagement des "casiers d'essorage".

Il s'articule comme suit :

	Talus supérieur	Talus inférieur
Hauteur	8 m jusqu'au casier	# 3,50 m
Pente	40° sur 6,0 m puis subvertical sur 2 m	35 à 38°

, soit une pente intégratrice de l'ordre de 28°.

Le talus supérieur est localement affecté par un glissement pelliculaire, d'épaisseur décimétrique, principalement lié à la suppression de la butée de pied occasionnée par le terrassement des "casiers d'essorage".

Le talus aval est localement affecté par 2 ravines en cours de formation, l'une de 0,50 m de profondeur, et l'autre décimétrique (cf. Photos n° 13 à 15 et implantation sur **Fig.2** ; p. 6).

Ces désordres superficiels n'engagent pas la stabilité générale du talus.

## COUPE 3

(cf. **Fig. 4** ; p. 9 et photographies n° 17 à 18)

Ce talus provisoire et évolutif a une hauteur totale de 8,50 m jusqu'à la zone boisée.

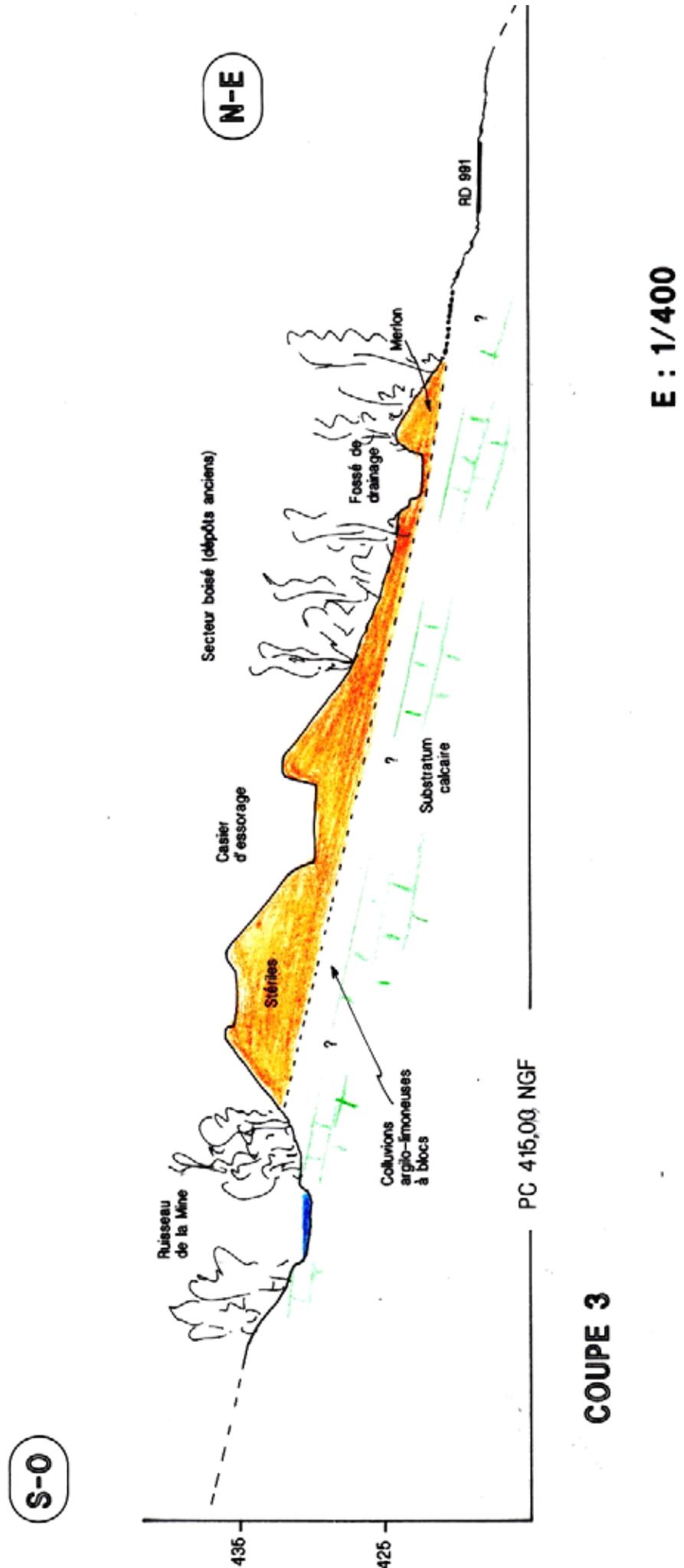
Il se décompose comme suit :

	Talus supérieur	Talus inférieur
Hauteur	6,0 m jusqu'au casier	4,0 m
Pente	36 à 40° sur 4,50 m puis 75° sur 1,80 m	38 à 40°

, soit une pente intégratrice de 24°.

Il ne présente pas de désordres particuliers.

**Fig. 4**



### ❑ **Fossé de drainage / secteur boisé** (cf. Photographies n° 16, 18 et 20)

A l'aval du dépôt récent, la pente s'adoucit à une vingtaine de degrés sur 10/12 m de long, dans un secteur boisé, correspondant à une ancienne zone de dépôt.

Cette pente est interrompue par une tranchée de 3,0 à 3,50 m de largeur, et de profondeur variable = 0,90 m à 2,40 m. Cette tranchée constitue un fossé de collecte des eaux de drainage infiltrées depuis le dépôt récent, et le cas échéant, un piège pour les éventuels coulées de matériaux issus du dépôt.

Un merlon de protection sépare ce fossé de la RD qui se situe à une quinzaine de mètres minimum à l'aval.

Aucun désordre apparent, ni amas de matériaux glissés n'ont été observés dans ce secteur boisé.

### ❑ **Désordres observés**

Lors de notre intervention sur site, à l'exception des quelques instabilités sus-citées, aucun désordre majeur n'a été constaté sur le dépôt et à l'aval de ce dernier, ni côté ruisseau, ni côté RD ; seuls des désordres mineurs ont été observés.

D'après l'exploitant, les pentes du dépôt sont sujettes à l'érosion par ruissellement, conduisant par régression à l'établissement de ravines de profondeur métrique. (cf. Photographies n° 22 à 25 prises le 16 octobre 2013 / Photos ENCEM).

Il s'agit de phénomènes érosifs, donc progressifs, intéressant des volumes limités de quelques m<sup>3</sup>.

D'après l'exploitant, aucun glissement profond, de type circulaire n'a été observé sur ce dépôt.

## **3.3 - Identification GTR des matériaux constituant le dépôt**

- ❑ Les stériles constituant le dépôt comprennent :
  - majoritairement un matériau équivalent à un concassé 0/31,5 mm,
  - et dans une moindre mesure des "cendres".

Ces 2 types de matériaux ont été prélevés sur le dépôt (cf. Photo n° 5 et 6 en Annexe 1), et ont fait l'objet d'une identification GTR, comprenant une analyse granulométrique par tamisage (norme NF P 18-560) et une mesure de la VBS (norme NF P 94-068).

- Les procès-verbaux de ces essais sont joints en **Annexe 2**.

Il vient :

N° Echantillon	Dénomination	Analyse granulométrique			VBS	Classe GTR (*)	Nature
		D <sub>max</sub>	Tamisé à 2 mm	Tamisé à 80 µm			
①	"Cendres"	2 mm	100 %	98,2 %	0,14	A <sub>1</sub>	Sol limoneux à silteux, sensibles aux variations hydriques
②	"Stériles 0/31,5"	25 mm	47,1 %	25,3 %	0,07	B <sub>5</sub>	Silts/sables fins graveleux, sensibles aux variations hydriques

(\*) D'après la classification conformément aux recommandations du "Guide technique pour la réalisation des remblais et couches de forme" – LCPC/SETRA – GTR 92 ; Septembre 1992).

## 4 - INTERPRETATION / ANALYSE DE LA STABILITE DU PROJET

### 4.1 - Estimation des caractéristiques mécaniques des matériaux

- Les caractéristiques mécaniques de ces matériaux ont été estimées à partir des abaques de Hoek et Bray sur la base des pentes et hauteurs de talus observées sur le site.

	Talus 1	Talus 2
Hauteur	3,20 m maxi	2 m maxi
Pente	75 à 80°	subvertical

- En retenant les hypothèses suivantes :

- angle de frottement du matériau :  $\phi' \# 33^\circ$ 
  - compacité lâche (mise en œuvre par déversement)
  - grains anguleux
  - majorité de graviers et sables
  - granulométrie étalée
- poids volumique du matériau :  $\gamma \# 18 \text{ kN/m}^3$

, et en considérant que ces talus sont en limite de stabilité (coefficient de sécurité F # 1), la cohésion mobilisable dans ces matériaux en phase provisoire serait de : **c # 8 à 10 kPa**.

## 4.2 - Projet

- ❑ Le projet ne comprend pas de rehaussement du dépôt actuel : **sa hauteur actuelle ne sera pas augmentée.**

Après essorage, les matériaux décantés sont repris et gerbés en extrémité du dépôt, qui sera donc étendu vers le Sud-Est.

- ❑ A moyen terme, une autre zone de dépôt sera envisagée au Sud-Ouest en amont du ruisseau de la Mine.

## 4.3 - Analyse de la stabilité du dépôt actuel

### 3.3.1 - Stabilité générale du dépôt

- ❑ L'analyse de la stabilité du dépôt au grand glissement (= glissement "profond" impliquant le dépôt dans sa masse, et générant des volumes de matériaux susceptibles de mettre en péril la RD) est conduite au moyen du logiciel TALREN 97 (licence CFEG) selon la méthode de Bishop, et en calcul traditionnel (recherche d'un coefficient de sécurité global).

- ❑ Hypothèses de calcul

- **Conditions hydrauliques** : néant (pas d'établissement de nappes au sein du dépôt)
- **Conditions sismiques** : sur la base des hypothèses définies au § 2, on retiendra les coefficients d'accélération horizontale et verticale suivants :

$$K_h = 0,028$$

$$K_v = \pm 0,5 K_h = \pm 0,014$$

- **Caractéristiques mécaniques des matériaux**

On retiendra un coefficient de sécurité sur la cohésion mobilisable dans les stériles de :

	$\Gamma_c$	soit $C_{calcul}$
Phase provisoire	2	# 5 kPa
Phase "définitive"	2,5 à 3	# 3 kPa

- **Surcharge** : compte-tenu du caractère très ponctuel des dépôts, la surcharge roulante liée au passage des engins est négligée.

❑ **Résultats** (cf. notes de calcul en **Annexe 3**)

**COUPE 1**

Phase définitive/talus en cours de végétalisation

	COMBINAISON FONDAMENTALE	COMBINAISON ACCIDENTELLE (sous séisme)
$\Gamma_{\min}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,58 pour un cercle de glissement superficiel, engageant des volumes restreints.</li> <li>• 1,64 pour un cercle de glissement "profond" intéressant l'ensemble du talus (cf. Fig. 3-1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,48 pour un cercle de glissement superficiel, engageant des volumes restreints.</li> <li>• 1,53 pour un cercle de glissement "profond" intéressant l'ensemble du talus (cf. Fig. 3-2).</li> </ul>

➔ Ces valeurs sont satisfaisantes et admissibles

**COUPE 2**

① **Phase provisoire** : Avant remplissage des "casiers d'essorage".

	COMBINAISON FONDAMENTALE
$\Gamma_{\min}$	1,05 – 1,25 (cf. Fig. 3-3)

➔ La réalisation des casiers d'essorage, par suppression de la butée de pied conduit à des **coefficients de sécurité peu élevés, mais néanmoins admissibles compte-tenu du caractère très provisoire de cette phase**, et des éléments suivants :

- absence de circulation d'engins ou de personnel dans les casiers,
- les volumes potentiellement instables sont restreints et seront contenus dans les casiers d'essorage.

② **Phase définitive** : Après remplissage des casiers d'essorage et décantation des matériaux.

	COMBINAISON FONDAMENTALE	COMBINAISON ACCIDENTELLE (sous séisme)
$\Gamma_{\min}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,26 pour des glissements pelliculaires affectant les dépôts récents, décantés.</li> <li>• 1,41 pour un cercle de glissement "profond" intéressant l'ensemble du talus. (cf. Fig. 3-4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,18 pour des glissements pelliculaires affectant les dépôts récents, décantés.</li> <li>• 1,32 pour un cercle de glissement "profond" intéressant l'ensemble du talus. (cf. Fig. 3-5)</li> </ul>

- Ces valeurs sont satisfaisantes et admissibles. La stabilité générale du dépôt au grand glissement, et en conséquence, la sécurité de la RD 991 ne sont pas préoccupantes.
- La technique de dépôt adoptée par l'entreprise apparaît pertinente et bien adaptée à l'état hydrique du matériau au moment du dépôt. Elle permet une bonne gestion de la géométrie de ce dernier.

#### 4.3.2 - Instabilités érosives

- Si la stabilité générale du dépôt est assurée, les matériaux constituant le dépôt sont facilement érodables et des instabilités de type :
  - ravinement
  - glissement pelliculaire

ne peuvent être exclues.

Ces instabilités sont régressives :

- approfondissement des ravines
- régression des loupes de glissements vers l'amont.

Elles n'engagent néanmoins que des volumes restreints qui sont contenus dans la partie aval du dépôt = zone boisée, ou dans le fossé de drainage en pied du dépôt.

Ce fossé est accessible et peut donc être facilement curé régulièrement, en cas d'envahissement.

**Ces instabilités superficielles n'engagent pas la sécurité de la RD 991.**

- Afin de limiter ces phénomènes d'érosion, on procèdera au plus tôt à une végétalisation des talus jugés définitifs.

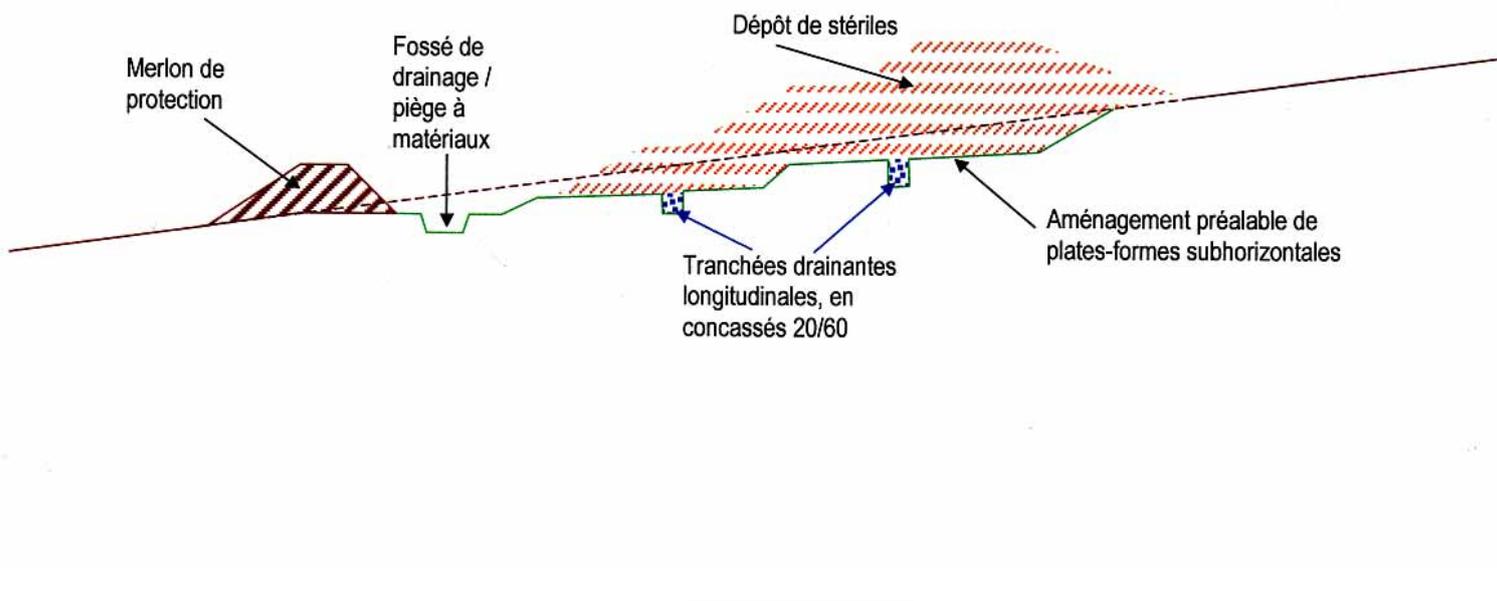
Afin de faciliter la prise de végétalisation, la mise en œuvre de géonattes préensemencées et/ou l'aménagement de fascines peuvent-être envisagés.

#### 4.4 - Future zone de dépôt

- Une future zone de dépôt est envisagée en amont du ruisseau de la Mine, au Sud-Ouest de la poudrière.

Ce terrain, en friche, présente une pente de l'ordre de 12 à 15° maxi.

- Pour cette nouvelle zone de dépôt, nous préconisons de :
- conserver le principe du dispositif aval existant, comprenant :
    - le fossé de drainage/piège à matériau
    - le merlon de protection aval
  - et de le compléter par un aménagement préalable de plates-formes subhorizontales, permettant d'assurer une meilleure assise des remblais dans la pente.
- Ces plates-formes pourront-être équipées de tranchées drainantes longitudinales, excavées dans le terrain en place.



Fait à Meyzieu, le 7 Juillet 2014

**SOLUSOL**  
**INGENIERIE - GEOTECHNIQUE**  
46 rue Marcel Girardin  
69330 MEYZIEU  
Tél. 04 78 31 64 30 • Fax 04 78 31 41 21  
SIRET 451 414 155 00023 = NAF 7112 B

**Christine REY**  
Ingénieur Géotechnicien ISTG

# ANNEXE 1

**PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES.....pp. 17 à 21**

**PROFIL 1**

Photos du 22 Mai 2014



Profil 1

**2**



**Entre les PROFILS 1 et 2**

**3**

Pente à 50°



**4**

Pente à 75° sur 2,50 m à 3,0 m de hauteur



Entre les PROFILS 1 et 2

Photos du 22 Mai 2014



5



6

Echantillon n°1 : "Cendres"

Echantillon n°2 : Matériau 0/31,5 mm issu du four

Détails des matériaux constituant le dépôt



7

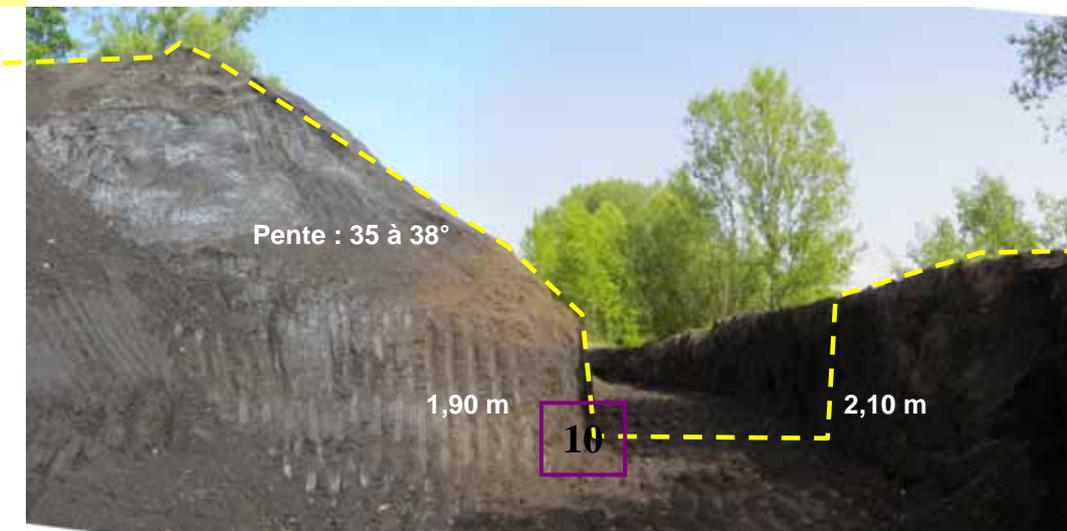
8

Talus verticaux sur 1,0 à 2,0 m de haut

"Casier d'essorage" réalisé le 2 Mai 2014 pour recevoir les prochains stériles



PROFIL 2



9

Profil 2

10

**PROFIL 2**

Photos du 22 Mai 2014



**12**



Glissement pelliculaire (épaisseur décimétrique) lié à l'aménagement du casier d'essorage : suppression de la butée de pied

Détails du talus amont



**13**

Talus aval

**14**



**15**

Ravines d'érosion en formation



**PROFIL 2**

Fossé de drainage  
aménagé à l'aval du dépôt

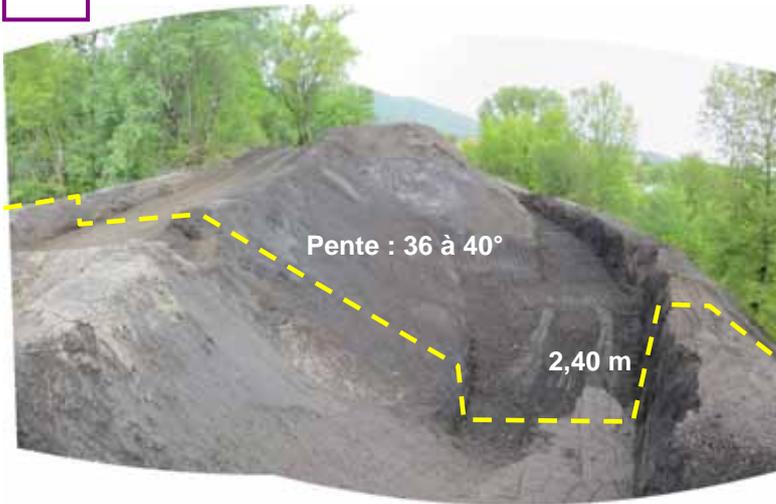


**16**

Photos du 22 Mai 2014

Profil 2

**17**



**PROFIL 3**

Pente : 38  
à 40°

Profil 3

**18**



Extrémité S-E du dépôt

**19**



**20**



**21**



Chemin existant à l'aval  
du fossé de drainage

**22**

Affleurements calcaires en bordure amont de la RD 991

Photos du 16 Octobre 2013



23

Vues des phénomènes de ravinement pouvant affecter le dépôt

24



25



## **ANNEXE 2**

**IDENTIFICATION GTR** .....pp. 23 à 26

# SOLUSOL - CFEG

Norme : NF P 18-560

## ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

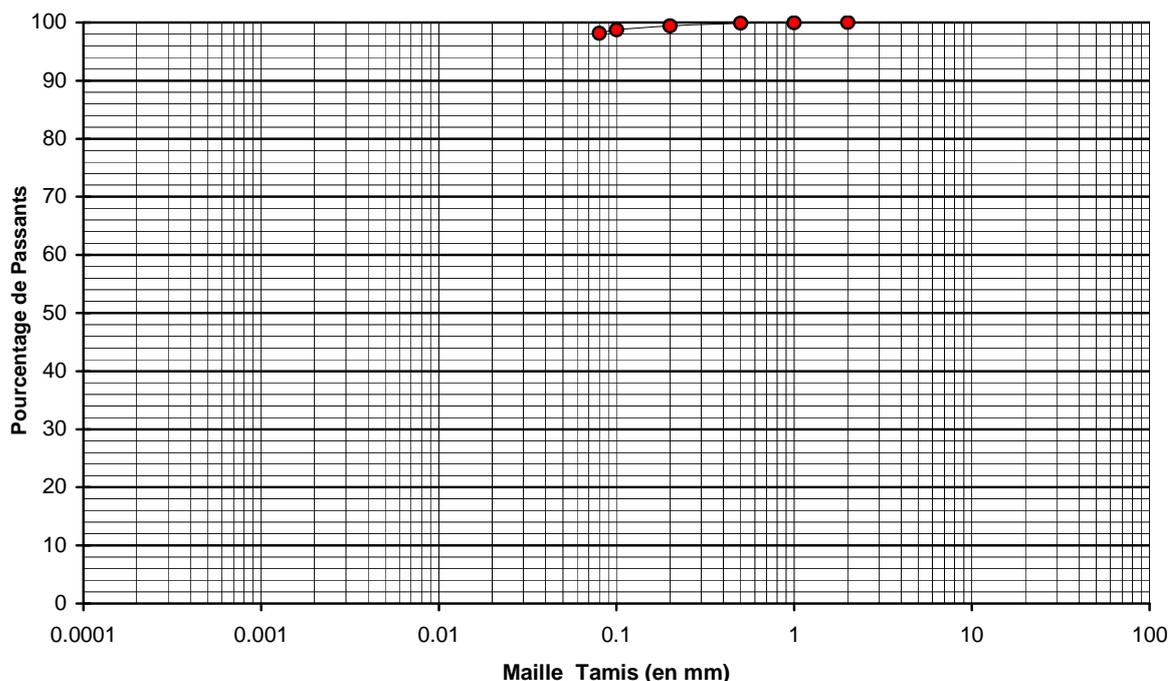
- Client** : Les mines d'Orbagnoux
- Référence** : E.142/14
- Ville** : Seyssel
- Projet** : Analyse de la stabilité des dépôts

**MATERIAU :**

- Date d'essai : 27/05/2014
- Date de prélèvement : 22/05/2014
- Mode de prélèvement : Manuel
- N° de sondage : /
- N° d'échantillon : ①
- Profondeur de prélèvement : en talus
- Nature : "Cendres"
- Teneur en eau naturelle : 35.9 %

Maille du Tamis (mm)	Poids du Tamis (g)	Poids Tamis+Sol Sec (g)	Poids Sol Sec (g)	Refus %	Passants Cumulés %
2	<b>D max = 2 mm</b>				<b>100</b>
1	994	996	2	0,04	<b>99,96</b>
0,5	867	870	3	0,07	<b>99,89</b>
0,2	836	857	21	0,47	<b>99,42</b>
0,1	906	936	30	0,67	<b>98,76</b>
0,08	756	812	56	1,24	<b>98,18</b>
< 0,08			4399		
<b>POIDS TOTAL SEC =</b>			4511		

**COURBE GRANULOMÉTRIQUE**



<b>Facteur d'uniformité : <math>C_u = d_{60}/d_{10} = /</math></b>	<b>Classification GTR :</b>  <b>A<sub>1</sub></b>
<b>Facteur de courbure : <math>C_c = (d_{30})^2/d_{60} \times d_{10} = /</math></b>	

**SOLUSOL - CFEG**

Norme : NF P 94.068

**ESSAI AU BLEU DE METHYLENE**

**Client** : Les mines d'Orbagnoux  
 **Référence** : E.142/14

**Ville** : Seyssel  
 **Projet** : Analyse de la stabilité des stocks et dépôts

**MATERIAU** :

▪ Date d'essai : 27/05/2014  
 ▪ Date de prélèvement : 22/05/2014  
 ▪ Mode de prélèvement : Manuel  
 ▪ N° de sondage :

▪ N° d'échantillon : ①  
 ▪ Profondeur de prélèvement :  
 ▪ Nature :  
 ▪ Teneur en eau naturelle : 35.9 %

**ANALYSE GRANULOMETRIQUE** :

■ Dimension maximale des grains :  $D_{max} = < 5 \text{ mm}$   
 ■ Proportion pondérale de la fraction 0/5mm (contenue dans 0/D<sub>max</sub> ou 0/50mm si D<sub>max</sub>>50mm) :  $C = 1$

**PRISE D'ESSAI** :

■ Masse de fines soumises à l'essai : **M1s = 72.11 g**

**RESULTATS** :

$$VBS = V / M1s$$

avec : •V = volume total de solution injectée (en ml)  
 = 10 ml

d'où :

$$VBS_{0/5mm} = 0.14 \text{ g}$$

$$VBS_{0/50mm} = 0.14 \text{ g}$$

pour 100 g de sol

**Classification (fraction 0/50mm)** : A<sub>1</sub>

(selon guide technique du LCPC et du SETRA-GTR 92  
 "Réalisation des remblais et des couches de forme")

<b>VBS :</b>	
—0,1—	➤ Sols insensibles à l'eau (vérifier que le pourcentage de fines soit inférieur à 12%)
—0,2—	➤ <b>Apparition de la sensibilité des sols à l'eau</b>
—1,5—	➤ Sols sablo-limoneux
—2,5—	➤ Sols sablo-argileux et Sols limoneux peu plastiques
—6—	➤ Sols limoneux moyennement plastiques
—8—	➤ Sols argileux
	➤ Sols très argileux

# SOLUSOL - CFEG

Norme : NF P 18-560

## ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

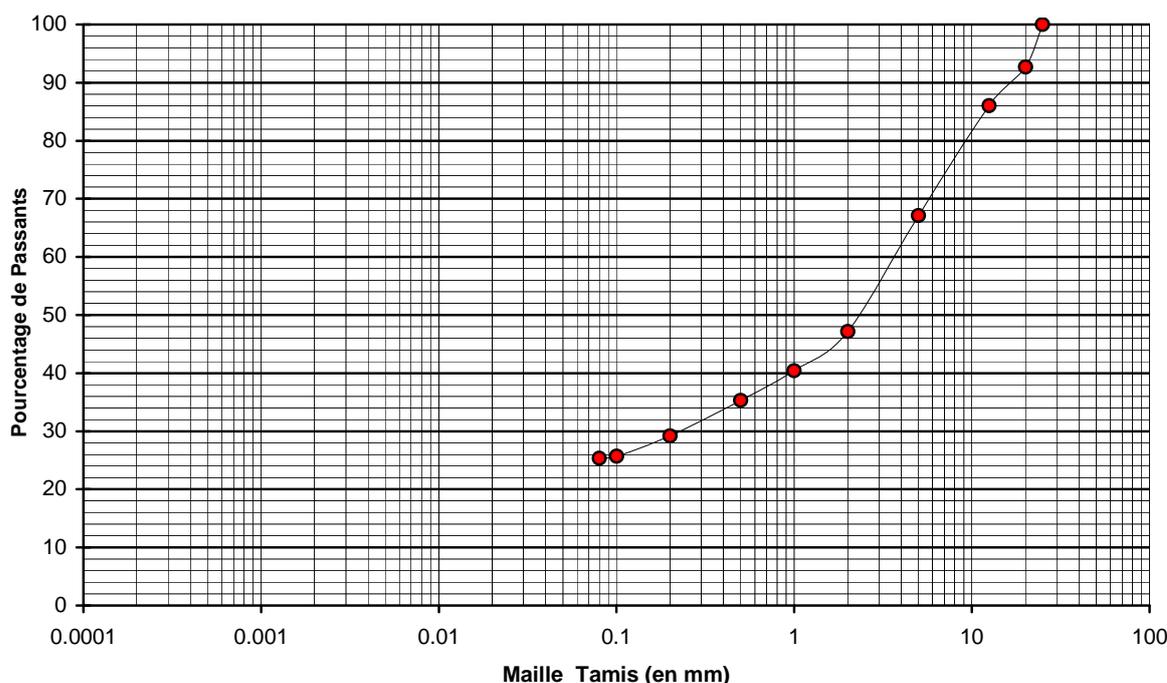
- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>❑ <b>Client</b> : Les mines d'Orbagnoux</li> <li>❑ <b>Référence</b> : E.142/14</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>❑ <b>Ville</b> : Seyssel</li> <li>❑ <b>Projet</b> : Analyse de la stabilité des dépôts</li> </ul> |
|--|--|

**MATERIAU :**

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Date d'essai : 27/05/2014</li> <li>▪ Date de prélèvement : 22/05/2014</li> <li>▪ Mode de prélèvement : Manuel</li> <li>▪ N° de sondage : /</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ N° d'échantillon : ②</li> <li>▪ Profondeur de prélèvement : en talus</li> <li>▪ Nature : Stériles 0/31,5 mm</li> <li>▪ Teneur en eau naturelle : 8 %</li> </ul> |
|--|--|

Maille du Tamis (mm)	Poids du Tamis (g)	Poids Tamis+Sol Sec (g)	Poids Sol Sec (g)	Refus %	Passants Cumulés %
25	<b>D max = 25 mm</b>				<b>100</b>
20	1335	1654	319	7,34	<b>92,66</b>
12,5	1289	1576	287	6,60	<b>86,06</b>
5	1216	2039	823	18,94	<b>67,12</b>
2	1077	1945	868	19,97	<b>47,15</b>
1	1012	1304	292	6,72	<b>40,43</b>
0,5	914	1136	222	5,11	<b>35,32</b>
0,2	973	1239	266	6,12	<b>29,20</b>
0,1	905	1057	152	3,50	<b>25,70</b>
0,08	704	720	16	0,37	<b>25,33</b>
< 0,08			1101		
<b>POIDS TOTAL SEC =</b>			4346		

**COURBE GRANULOMÉTRIQUE**



<p><b>Facteur d'uniformité : <math>C_u = d_{60}/d_{10} = /</math></b></p>	<p><b>Classification GTR :</b>  <b>B<sub>5</sub></b></p>
<p><b>Facteur de courbure : <math>C_c = (d_{30})^2/d_{60} \times d_{10} = /</math></b></p>	

**SOLUSOL - CFEG**

Norme : NF P 94.068

**ESSAI AU BLEU DE METHYLENE**☐ **Client** : Les Mines d'Orbagnoux☐ **Ville** : Seyssel☐ **Référence** : E.142/14☐ **Projet** : Analyse de la stabilité des stocks et dépôts**MATERIAU :**

▪ Date d'essai : 27/05/2014

▪ N° d'échantillon : ②

▪ Date de prélèvement : 22/05/2014

▪ Profondeur de prélèvement : en talus

▪ Mode de prélèvement : Manuel

▪ Nature : Stériles 0/31,5 mm

▪ N° de sondage : /

▪ Teneur en eau naturelle : 8 %

**ANALYSE GRANULOMETRIQUE :**■ Dimension maximale des grains :  $D_{max} = 25 \text{ mm}$ ■ Proportion pondérale de la fraction 0/5mm (contenue dans 0/ $D_{max}$  ou 0/50mm si  $D_{max} > 50\text{mm}$ ) :  $C = 0.67$ **PRISE D'ESSAI :**■ Masse de fines soumises à l'essai :  **$M_{1s} = 135 \text{ g}$** **RESULTATS :**

$$VBS = V / M_{1s}$$

avec : •  $V =$  volume total de solution injectée (en ml)  
= 14 ml

d'où :

$$VBS_{0/5\text{mm}} = 0.10 \text{ g}$$

$$VBS_{0/50\text{mm}} = 0.07 \text{ g}$$

pour 100 g de sol

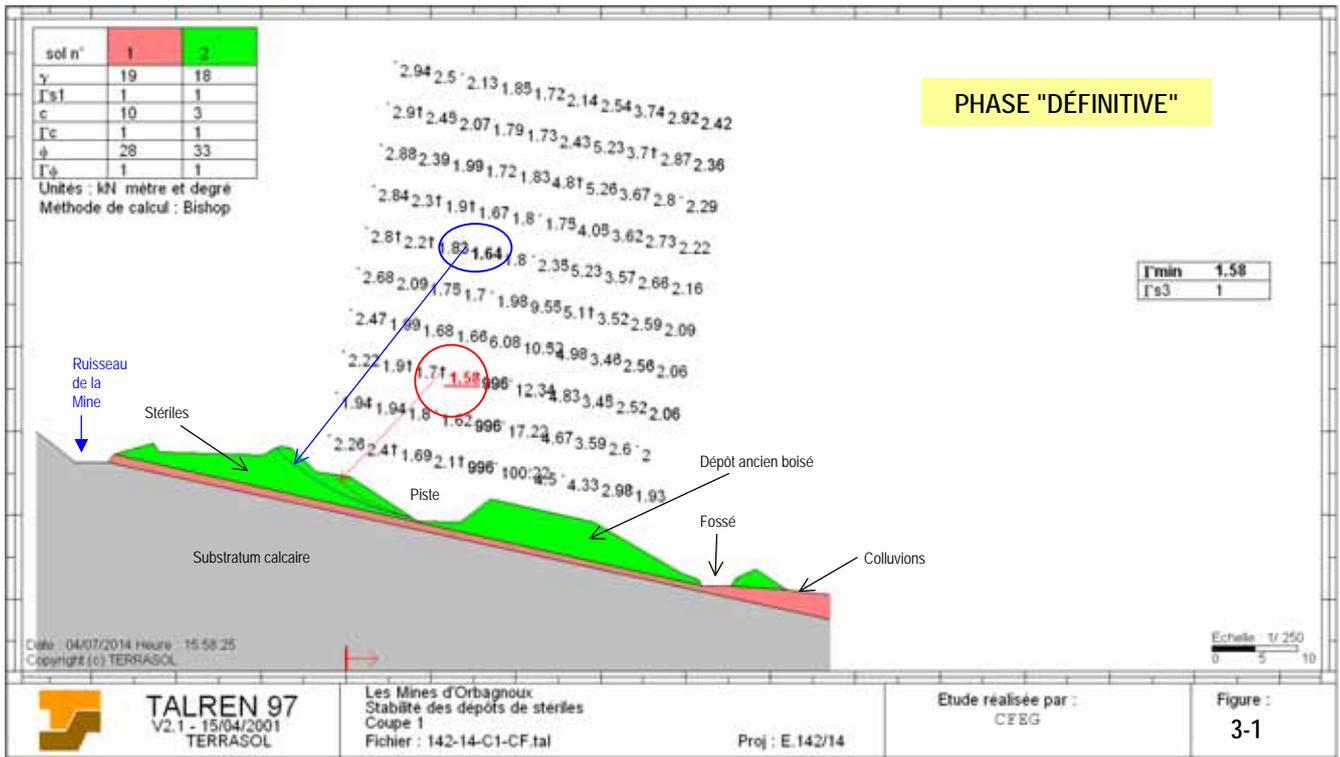
**Classification (fraction 0/50mm) : B<sub>5</sub>**(selon guide technique du LCPC et du SETRA-GTR 92  
"Réalisation des remblais et des couches de forme")

VBS :	
—0,1—	➤ <b>Sols insensibles à l'eau</b> (vérifier que le pourcentage de fines soit inférieur à 12%)
—0,2—	➤ <b>Apparition de la sensibilité des sols à l'eau</b>
—1,5—	➤ Sols sablo-limoneux
—2,5—	➤ Sols sablo-argileux et Sols limoneux peu plastiques
—6—	➤ Sols limoneux moyennement plastiques
—8—	➤ Sols argileux
	➤ Sols très argileux

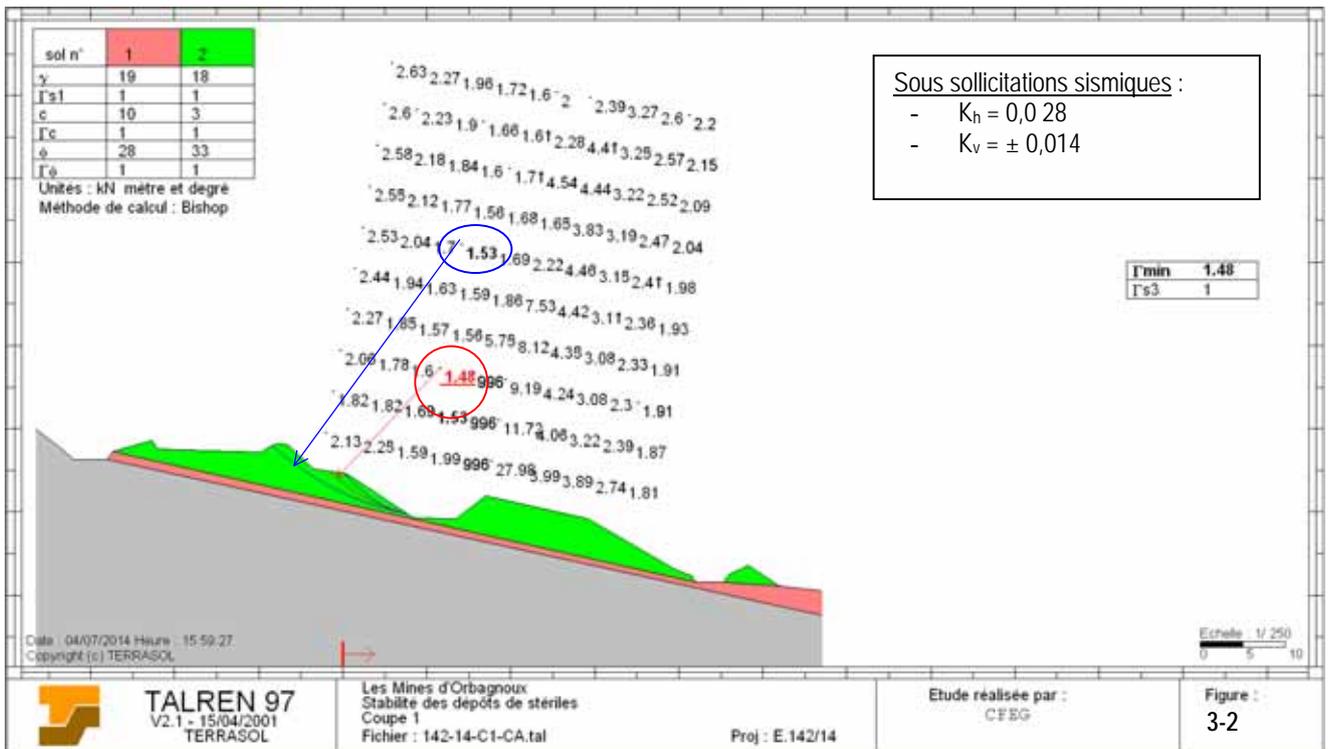
## **A N N E X E 3**

- ANALYSE DE LA STABILITÉ DES DÉPÔTS** .....pp. 28 à 30  
(notes de calcul TALREN)

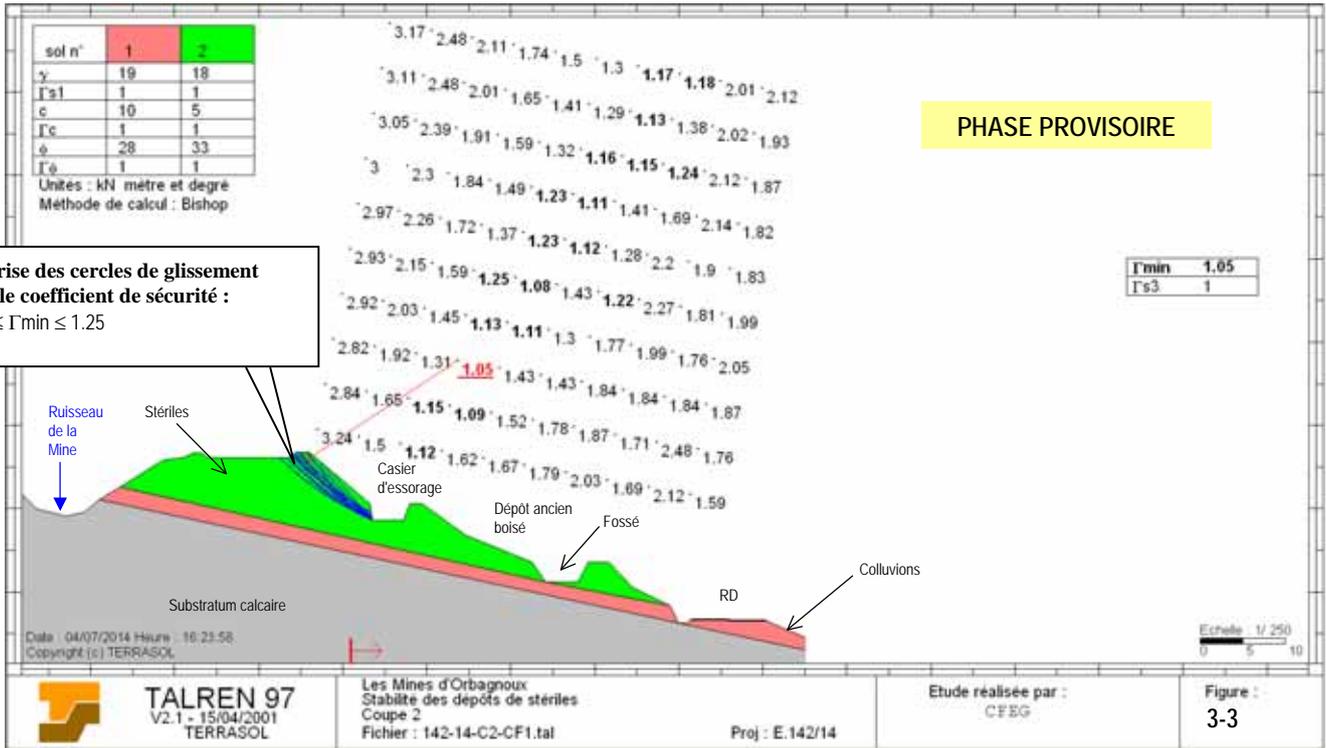
**☐ COMBINAISON FONDAMENTALE :**



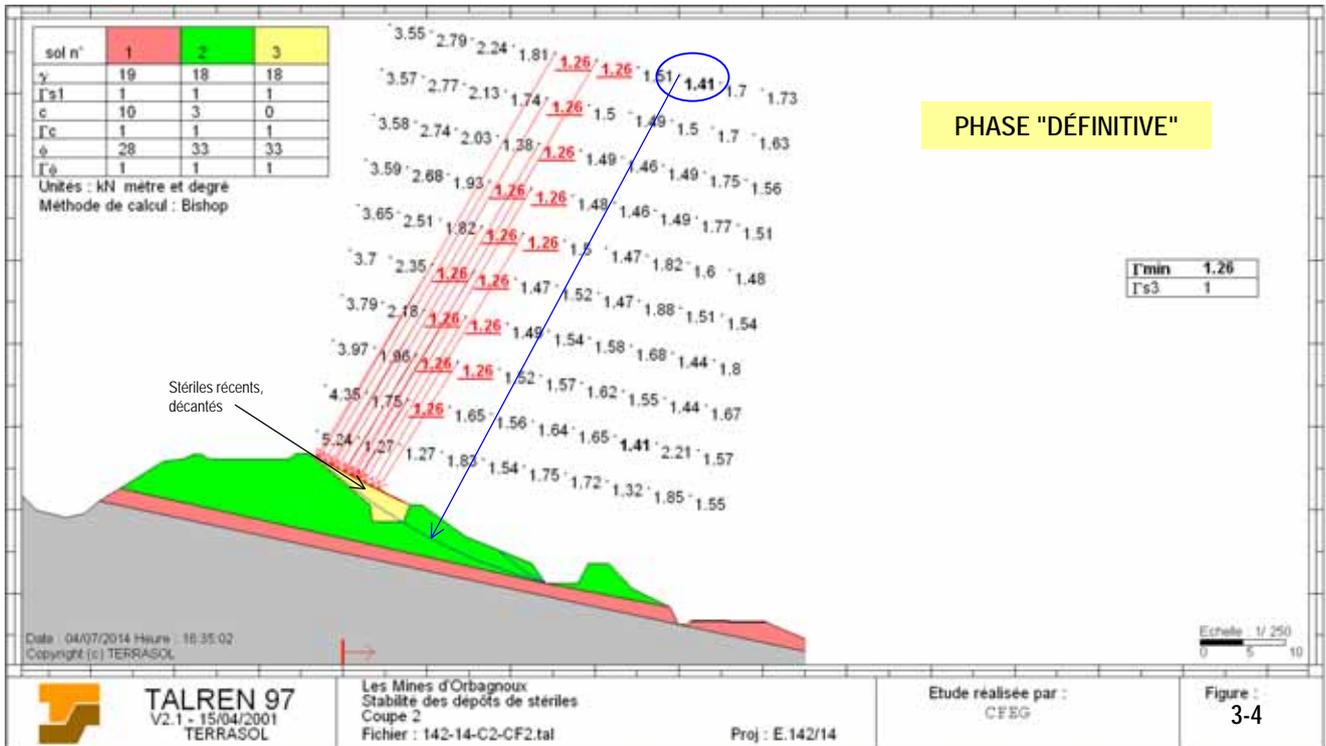
**☐ COMBINAISON ACCIDENTELLE :**



☐ COMBINAISON FONDAMENTALE :

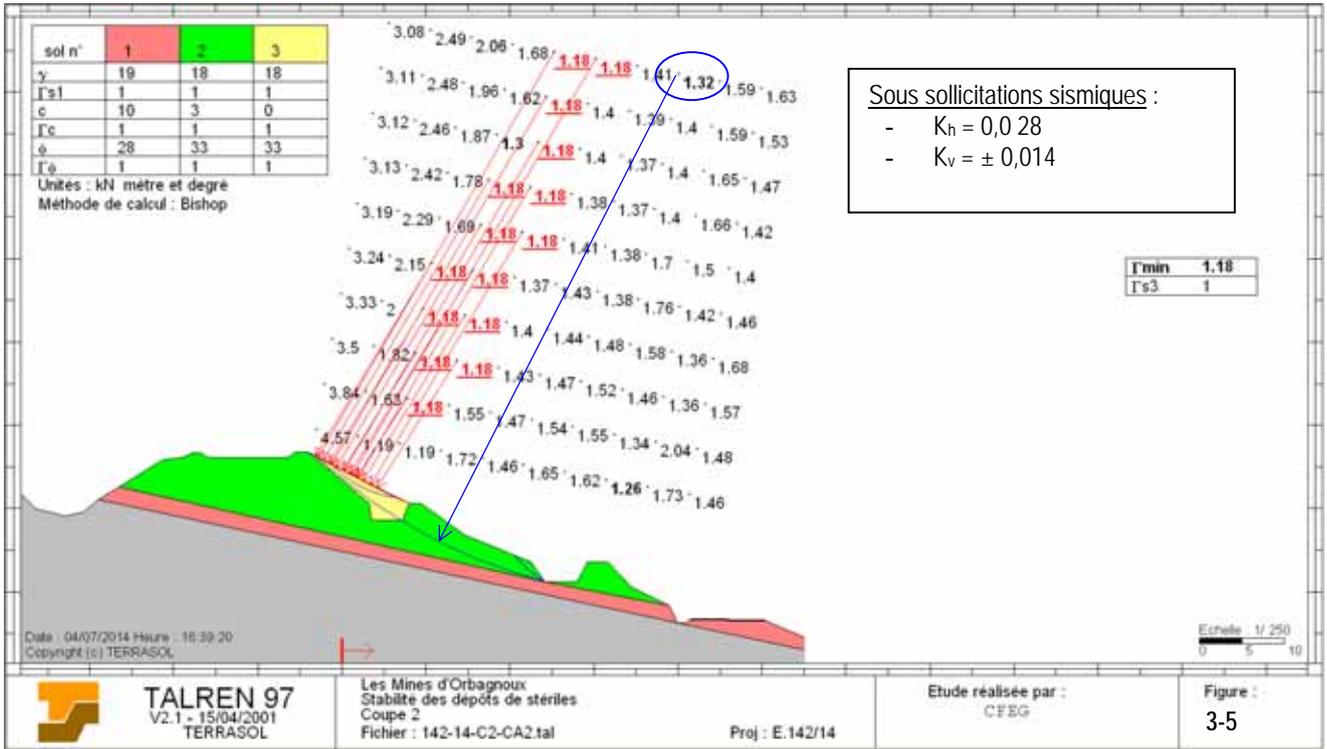


☐ COMBINAISON FONDAMENTALE :



# COUPE 2

☐ COMBINAISON ACCIDENTELLE :





Département de l'AIN

Commune de CORBONOD

**LES MINES D'ORBAGNOUX**

▪ Corbonod ; 01420 SEYSSEL ▪

**PROJET D'AMÉNAGEMENT D'UN**  
**BASSIN DE RÉTENTION**

**ÉTUDE DE STABILITÉ**

**Rapport E.270/18**

Dossier n° 2014-05-0424

INDICE	DATE	RÉDIGÉ PAR	ÉTUDE	NB. PAGES
E.142/14	07/07/2014	Ch. REY	G2-PRO	33
E.270/18	08/10/2018	Ch. REY	G2-AVP	31

## SOMMAIRE

	PP
1 - OBJET .....	3
2 - SITUATION – CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET GÉOMORPHOLOGIQUE.....	3
3 - RESULTATS DES INVESTIGATIONS.....	6
3.1 - Sondages de reconnaissance à la pelle mécanique .....	6
3.2 - Sondage pénétrométriques .....	6
4 - INTERPRETATION .....	8
5 - RECOMMANDATIONS CONSTRUCTIVES .....	10
5.1 - Validité de notre mission .....	10
5.2 - Projet.....	10
5.3 - Recommandations constructives / Analyse de la stabilité .....	11
<hr style="width: 30%; margin: 20px auto;"/>	
<b><u>Annexe 1</u></b> : Planches photographiques .....	pp. 14 & 15
<b><u>Annexe 2</u></b> : Sondages de reconnaissance au tracto-pelle <b>S1</b> à <b>S5</b> .....	pp. 17 à 20
<b><u>Annexe 3</u></b> : Diagrammes de pénétration dynamique <b>P1</b> à <b>P6</b> .....	pp. 22 & 23
<b><u>Annexe 4</u></b> : Vérification de la stabilité externe locale de la digue en gabions .....	pp. 25 à 28
<b><u>Norme NF P 94-500</u></b> : .....	pp. 25 à 31

## 1 - OBJET

- ❑ La présente étude a été réalisée à la demande et pour le compte de la **Société Les Mines d'Orbagnoux** – Corbonod ; 01420 SEYSSEL - dans le cadre de **l'aménagement d'un bassin de rétention**, sur son site d'Orbagnoux, sur la commune de CORBONOD (AIN).
- ❑ Elle a pour objet de préciser la nature et la compacité des sols au droit des emprises du bassin projeté, et définira, en conséquence, les dispositions constructives permettant une bonne adaptation de l'ouvrage au site et d'assurer sa stabilité à court et long-terme :
  - stabilité des talus en déblais,
  - conditions de fondation et de stabilité des digues en gabions,
  - incidence du projet sur la stabilité générale du versant,

A cet effet, les investigations sur le terrain, réalisées le 27 Septembre 2018 ont consisté en :

- l'examen visuel détaillé des emprises du projet et son environnement immédiat,
  - 4 sondages de reconnaissance à la pelle mécanique,
  - 4 sondages au pénétromètre dynamique.
- ❑ Notre étude entre dans le cadre des missions normalisées de notre classification professionnelle au titre "d'étude géotechnique de projet **G2 / phase AVP**" (cf. Norme NF P 94-500 en fin de rapport).

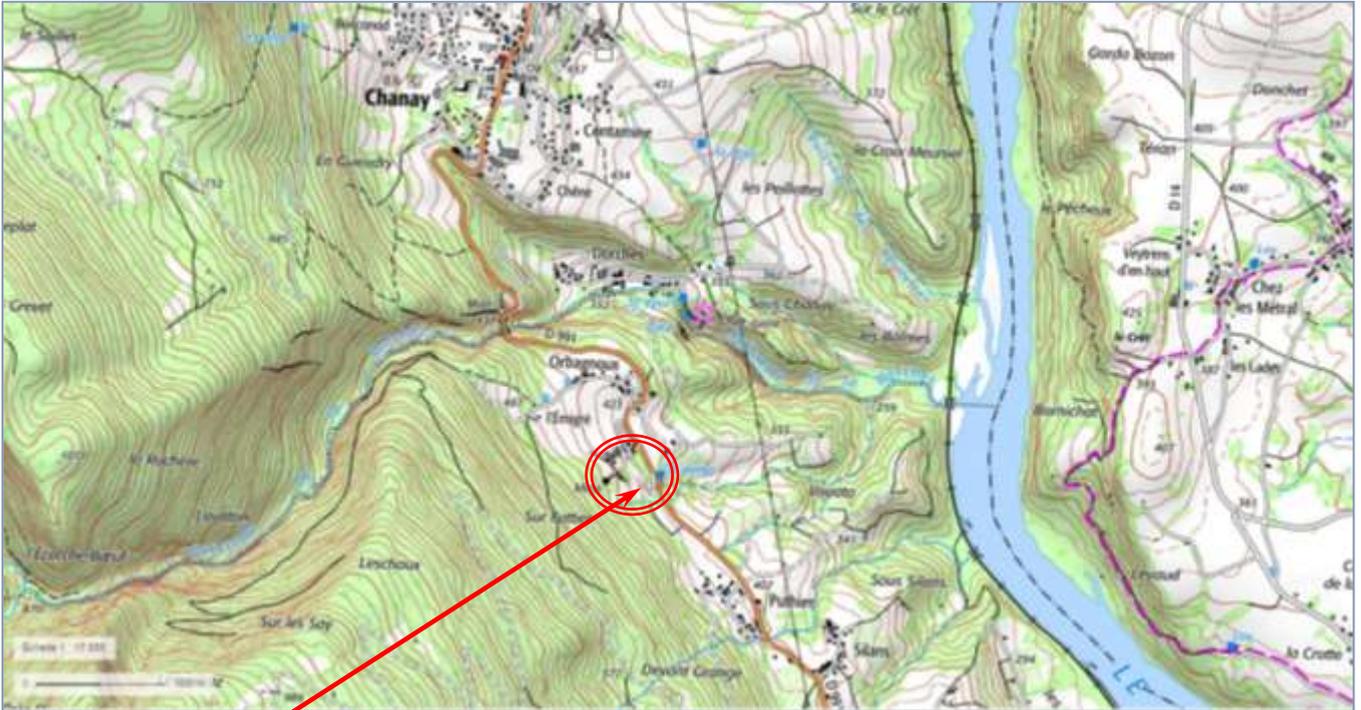
## 2 - SITUATION – CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET GÉOMORPHOLOGIQUE

- ❑ Les Mines d'Orbagnoux se situent à Corbonod, à environ 5 km au Nord-Ouest de Seyssel, en bordure de la R.D. n° 991 (cf. **Fig. 1** ; p. 3).

Le secteur pressenti pour l'aménagement du bassin projeté s'inscrit à l'extrémité Sud du site, en amont de la R.D. n° 991, et en rive gauche du ruisseau de la Mine qui s'écoule en bordure Sud du site.
- ❑ Les Mines d'Orbagnoux exploitent depuis près de 150 ans les calcaires du Kimméridgien supérieur : il s'agit de calcaires bitumineux à débit schisteux. Une campagne d'extraction de 90 jours a lieu annuellement.

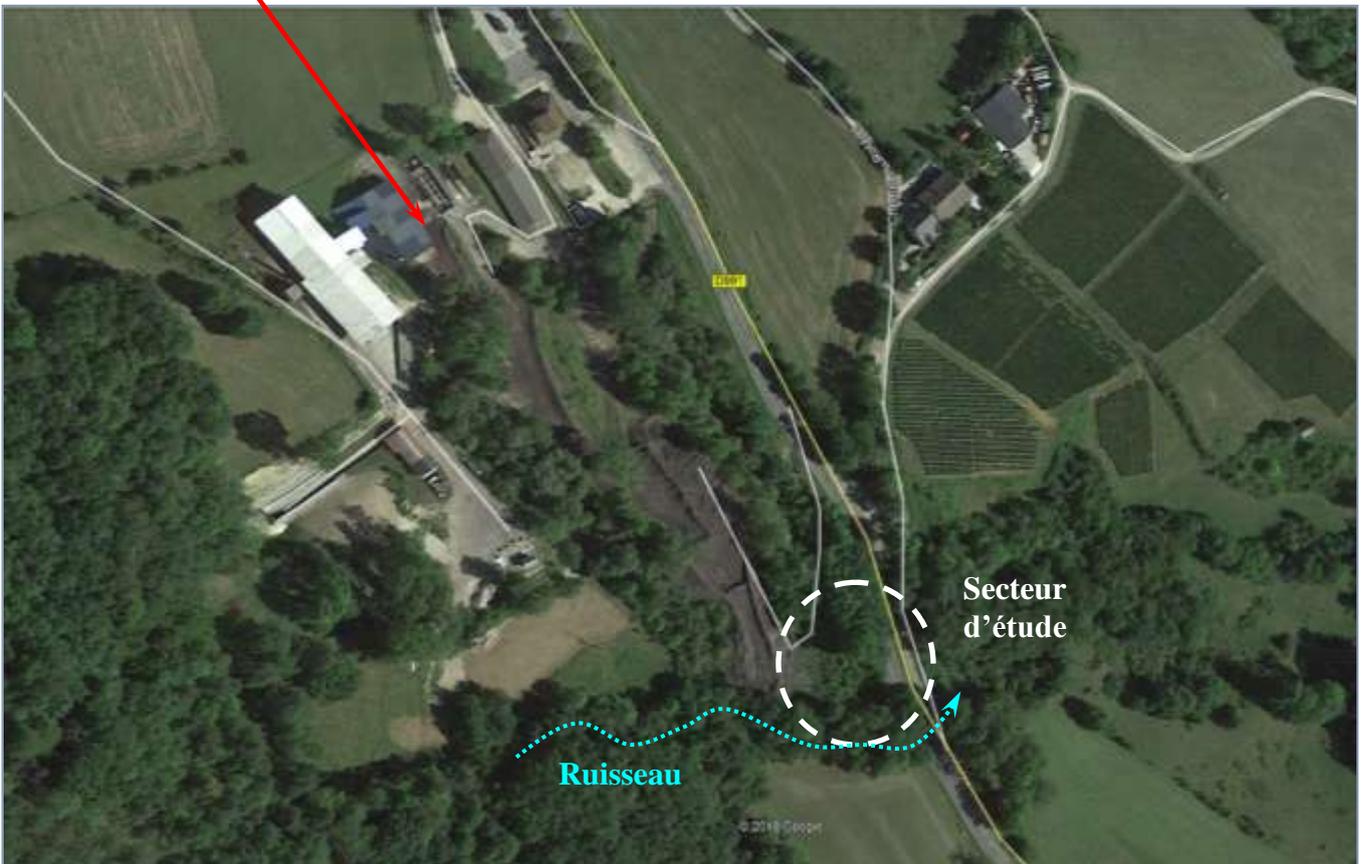
Les stériles issus du brûlage et de la distillation des calcaires bitumineux (matériau 0/31,5 mm et "cendres") sont stockés au Sud du site, en amont de la zone d'emprise du bassin projeté.

**Fig. 1 – SITUATION GÉOGRAPHIQUE -  NORD**  
(Extrait géoportail.gouv.fr)



**Mines d'Orbagnoux**

**Fig. 2 – VUE AÉRIENNE -  NORD**  
(Extrait Google Earth)



- Le projet intéresse une plate-forme étroite légèrement pentée de 5 à 7° moyen vers l'Est et qui s'inscrit :
- côté Ouest, en pied d'un dépôt ancien de stériles, ± végétalisé (broussailleux côté Est et boisé côté ruisseau) : sa hauteur est d'environ 4,50 m et sa pente avoisine 37-40°,
  - côté Est, en crête du talus surmontant la R.D. n°991 : talus végétalisé de 1 à 4 m de hauteur du Sud vers le Nord, penté à une soixantaine de degrés, et présentant des affleurements rocheux éparses au niveau du bassin projeté et en petite falaise plus au Nord,
  - côté Sud, en crête du talus de rive gauche du ruisseau de la Mine qui s'écoule environ 2,0 m à 2,50 m en contrebas : cette berge a des pentes variables, et semble constituée de gros blocs calcaires (ou de calcaires en place) emballés dans une matrice terreuse.

(cf. Planches photographiques en **Annexe 1**)

**Aucun indice d'instabilité notable n'a été observé dans les talus existants.**

### □ - Sismicité

Le décret n° 2010-1254 du 22 Octobre 2010, classe la commune en "zone de sismicité modérée" (**zone 3**) ; dans ce cas, on retiendra les hypothèses suivantes :

Zone de sismicité	Catégorie d'importance de l'ouvrage	Coefficient d'importance $\gamma_1$	Accélération de référence (Sol rocheux de Classe A)	Accélération horizontale de calcul (Sol rocheux de Classe A)	SOLS	
			$a_{gr}$	$a_g = \gamma_1 \times a_{gr}$	Classe	Paramètre de sol
<b>3</b>	<b>I</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,56</b>	<b>A</b>	<b>1</b>

### □ - Activité argileuse

D'après la cartographie réalisée par le BRGM sur la sensibilité des sols aux phénomènes de **gonflement/retrait** (cf. "Argiles – Alea retrait-gonflement" sur [www.argiles.fr](http://www.argiles.fr)), ce tènement s'inscrit dans une **zone d'aléa "faible"**.

### □ - Autres risques

D'après le site [georisques.gouv.fr](http://georisques.gouv.fr), la commune de CORBONOD n'est pas soumise à un P.P.R.N. cavités souterraines, risques miniers, mouvements de terrain ou inondations.

### 3 - RESULTATS DES INVESTIGATIONS

#### 3.1 - Sondages de reconnaissance à la pelle mécanique

- ❑ Quatre sondages de reconnaissance à la pelle mécanique, **S1 à S4**, ont été répartis dans les emprises du projet.

Leur implantation est indiquée sur la **Fig. 3**; p.7. Les coupes lithologiques et photographies de ces sondages sont jointes en **Annexe 2**.

- ❑ Sous une dizaine de centimètres de terre végétale limoneuse noirâtre, ces sondages ont mis en évidence :

- en **S1**, des **stériles limoneux bruns à noirâtres** jusqu'à 1,40 m de profondeur,
- des **limons bruns, à blocailles calcaires ± abondantes** jusqu'aux profondeurs suivantes :

<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>
1,80 m	1,20 à 1,30 m	0,50 m	0,50 m

- puis les **calcaires altérés et fracturés**, se débitant en blocs de dimensions variables, reconnus jusqu'à :

<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>
2,40 m	1,70 m	1,0 m	0,80 à 0,90 m

- ❑ Aucune venue d'eau n'a été observée dans ces sondages.

Les parois des fouilles sont restées stables durant les terrassements.

#### 3.2 - Sondage pénétrométriques

- ❑ Quatre sondages pénétrométriques (**P1 à P4**) ont été réalisés au moyen d'un pénétromètre dynamique léger, de type DM 30, à train de tiges non tubé, non lubrifié, d'une puissance de pénétration de 0,6 kg.m/cm<sup>2</sup>.

Leur implantation est indiquée sur la **Fig. 3**; p. 7, et les diagrammes de pénétration sont joints en **Annexe 3**.

- ❑ D'après les résistances à la pénétration dynamique apparente **qd**, et les observations lithologiques de surface, ces sondages ont rencontré :

➤ des **limons à blocailles calcaires** :

- **localement ± décomprimés en tête** :

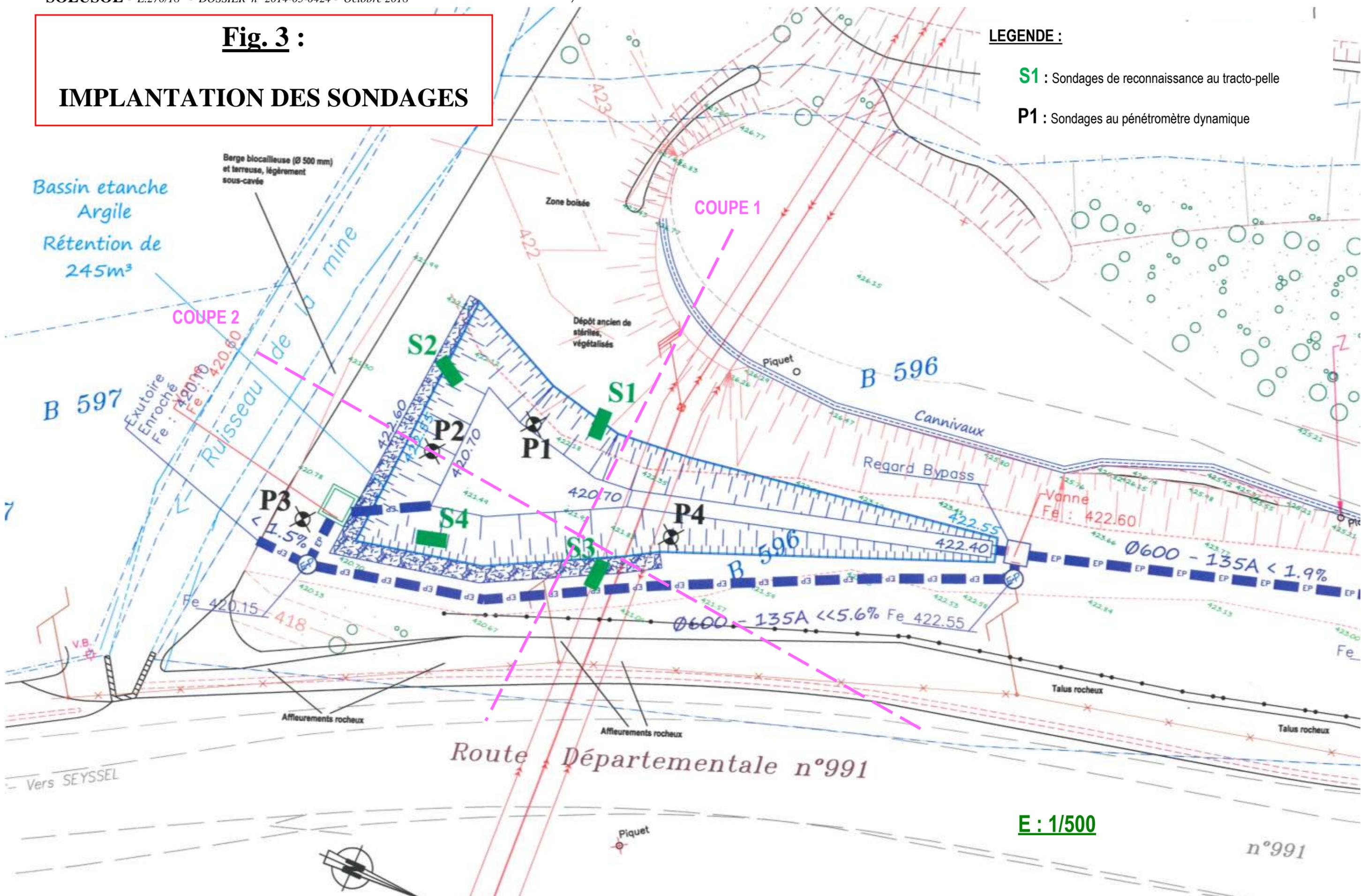
$5 \leq q_d \leq 15$  MPa sur 0,20 m à 0,40 m d'épaisseur,

**Fig. 3 :**  
**IMPLANTATION DES SONDAGES**

**LEGENDE :**

**S1** : Sondages de reconnaissance au tracto-pelle

**P1** : Sondages au pénétromètre dynamique



- **puis compacts** :  $q_d \geq 20$  MPa
- les refus à la pénétration dynamique ( $q_d > 35$  MPa) ont rapidement été obtenus **sur blocs ou sur les calcaires altérés**, aux profondeurs suivantes :

<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>
0,80 m	0,70 m	1,40 m	0,80 m

- ☐ Aucune venue d'eau n'a été observée. Les tiges de sondages étaient sèches à l'extraction.

## 4 - INTERPRETATION

- ☐ COUPE DE PRINCIPE :

Les résultats des sondages et observations sont illustrés par deux coupes géotechniques interprétatives au 1/125 (cf. **Fig. 4** ; p. 9), dont le tracé est indiqué sur la **Fig. 3** ; p. 7, et sur lesquelles le projet a été schématisé.

On note principalement :

- l'insertion du projet "en remblai" sur une plate-forme existante,
- la présence d'une couverture limoneuse à blocaille calcaires, compacte :
  - de faible épaisseur en bordure du talus surmontant la R.D. # 0,50 m,
  - s'épaississant côté amont et en bordure du ruisseau # 1,20 m à 1,40 m
- surmontant le substratum rocheux calcaire,
- l'implantation des ouvrages en gabions entre 3,50 m minimum et 4,0 m de la crête des talus voisins.

- ☐ CAPACITÉS PORTANTES ADMISSIBLES :

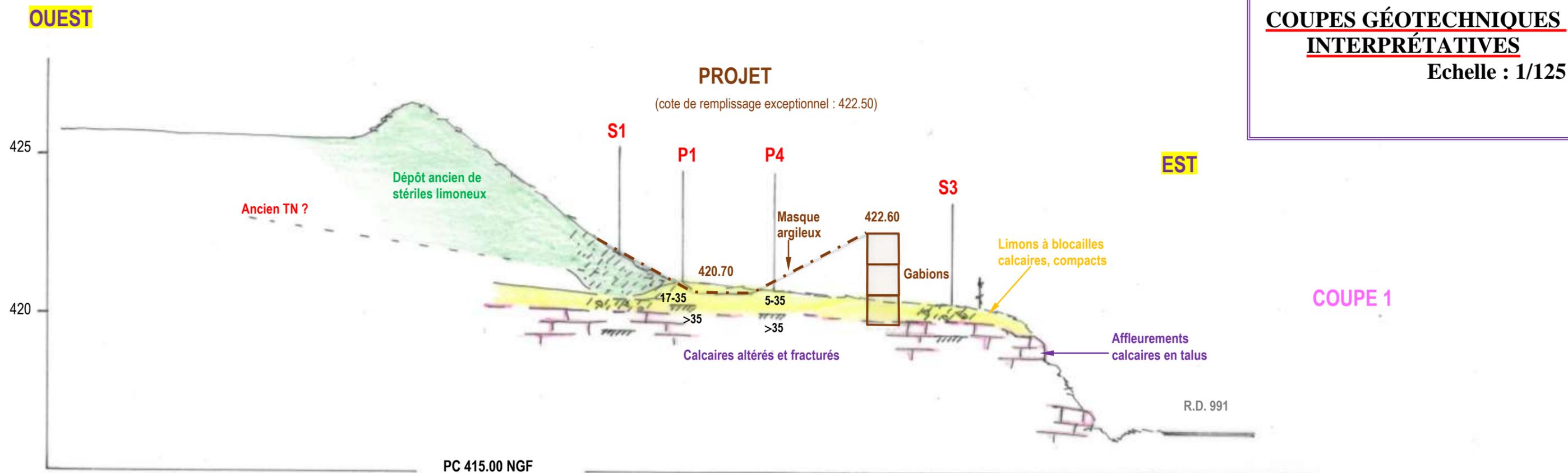
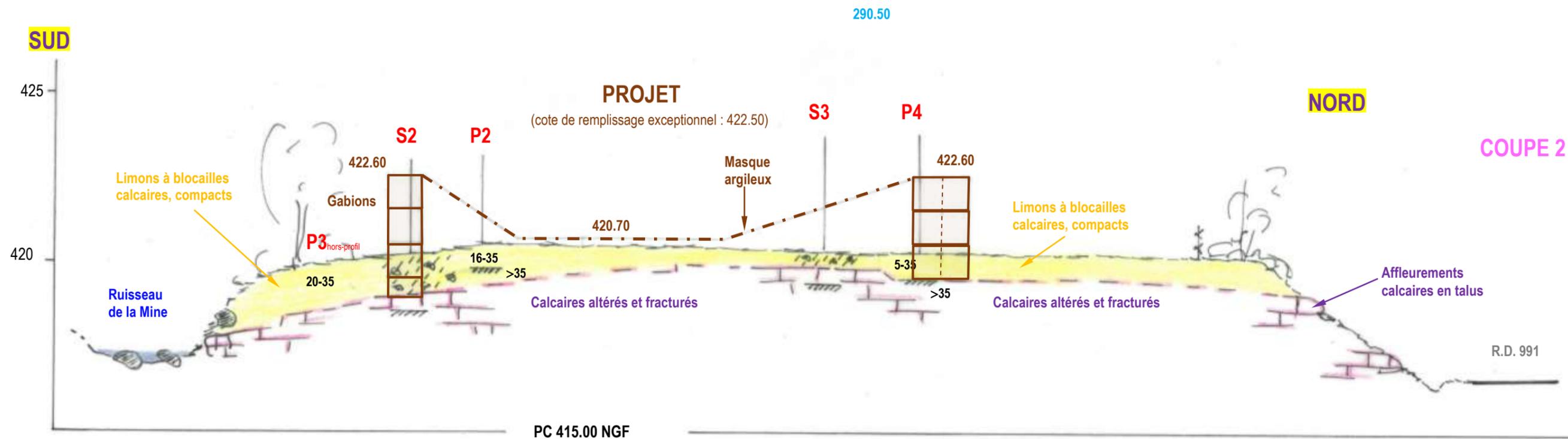
La capacité portante admissible des sols est estimée à partir des résistances à la pénétration dynamique apparente, d'après les relations suivantes (en référence au DTU 13-12 ; Mars 1988) :

- contrainte de rupture  $q'_u \# q_d / 7$
- contrainte de calcul (ELU) :  $q'_{ELU} = q'_u / 2$
- contrainte de service (ELS) :  $q'_{ELS} = q'_u / 3$

On retiendra les conditions de portance suivantes pour une assise dans les limons à blocailles et/ou au toit du substratum rocheux calcaire :

$$q_{d_{moy}} \geq 10 \text{ MPa}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} q'_{ELU} = 0,71 \text{ MPa} \\ q'_{ELS} = 0,48 \text{ MPa} \end{array} \right.$$



**Fig. 4 :**  
**COUPES GÉOTECHNIQUES INTERPRÉTATIVES**  
Echelle : 1/125

## 5 - RECOMMANDATIONS CONSTRUCTIVES

### 5.1 - Validité de notre mission

- ❑ La responsabilité de la Société **SOLUSOL** ne saurait être engagée en cas de :
  - modification, ou de non-application de nos recommandations constructives ;
  - modification du projet (implantation, type de projet, descentes de charges, calage altimétrique), sans que nous en soyons informés ;
  - apparition d'éléments géotechniques nouveaux en cours de travaux (variations lithologiques de faciès, hétérogénéités de portance, fluctuation des niveaux d'eau mis en évidence par les sondages, existence de structures enterrées, apparition de cavités, remblais, sols évolutifs ...), et dont nous n'aurions pas été informés :

*L'étude géotechnique repose sur une investigation du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. Des hétérogénéités naturelles, ou du fait de l'homme, des discontinuités, des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé, et le volume sollicité par l'ouvrage. Ces éléments géotechniques nouveaux peuvent avoir une influence sur les conclusions de notre rapport.*
  - modification de la ZIG (Zone d'Influence Géotechnique) du projet après construction :
    - "ZIG" proche : extension, remblai/déblai à la périphérie immédiate de l'ouvrage,
    - "ZIG" éloignée : à la périphérie de la (ou des) parcelle(s) étudiée(s),, pouvant engager la stabilité de l'ouvrage et de son terrain d'assise ;
  - désordres occasionnés pendant les travaux du fait de l'utilisation par l'entrepreneur de moyens, de méthodes et de phasages de travaux inadaptés au site et à son contexte géotechnique et environnemental.
- ❑ Toute modification du projet, tout élément géotechnique et/ou hydrogéologique nouveau mis en évidence par des reconnaissances complémentaires ou en cours de travaux, et qui ne seraient pas en adéquation avec les résultats des investigations réalisées lors de notre mission doivent impérativement nous être signalés, afin que nous puissions vérifier leur incidence éventuelle sur les recommandations constructives de notre rapport, et le cas échéant les adapter. Ces vérifications pourront s'inscrire dans le cadre d'une mission complémentaire (G2 à G4), et donneront lieu à une nouvelle facturation.

### 5.2 - Projet

- ❑ Le projet consiste en l'aménagement **d'un bassin de rétention des éventuelles eaux de pollution**.

Cet ouvrage sera majoritairement à sec, et ne se remplira qu'en cas de pollution des eaux. Après rétention, et le cas échéant, dépollution, ces eaux seront acheminées vers le ruisseau.

- ☐ L'ouvrage projeté est un **bassin étanche en argile**, dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Volume de rétention = 245 m<sup>3</sup>
- Fond de bassin = cote 420,70 NGF
- Sommet de digue = cote 422,60 NGF
- Cote de remplissage exceptionnel = 422,50 NGF  
(en cas de pollution des eaux)

Les digues seront constituées d'ouvrages en gabions de 1,0 m de largeur, dont le parement interne sera étanché par un masque argileux mis en place :

- par couches soigneusement compactées au compacteur à pied de mouton,
- et selon une pente à 3 base / 2 haut maxi.

Les talus en déblais, ou adossés au dépôt de stériles existant côté amont seront étanchés par un masque argileux identique.

### **5.3 - Recommandations constructives / Analyse de la stabilité**

#### **5.3.1 - Conditions de fondations et de stabilité des gabions**

- ☐ Nous recommandons d'asseoir les gabions au sein du substratum rocheux calcaire, soit une assise prévisible de :
- 0,50 m pour la digue Est, côté R.D.
  - 1,20 à 1,30 m pour la digue Sud, côté ruisseau
- ☐ Pour cette assise, et en retenant un ouvrage moyen de 3,0 m de hauteur totale (encastrement compris), chargé par un masque argileux penté à 3 base / 2 haut, **la stabilité externe locale de l'ouvrage aux ELU et ELS est vérifiée** (cf. Note de calcul en **Annexe 4**). Les coefficients de sécurité au renversement, poinçonnement et au glissement sont satisfaisants et admissibles.
- ☐ Considérant l'assise des ouvrages au sein du rocher, la subhorizontalité du toit des calcaires au droit de la plate-forme, et l'implantation des ouvrages par rapport aux crêtes de talus :
- **l'incidence de ces ouvrages sur la stabilité actuelle des talus existants peut être négligée,**
  - **la stabilité générale du projet vis-à-vis d'un glissement plan ou d'un glissement circulaire "profond" n'est pas préoccupante, et n'appelle pas de dispositions particulières.**

### 5.3.2 - Talus en déblais

- La nature des sols rencontrés (limons à blocailles calcaires, stériles limoneux) est compatible avec un aménagement des pentes à **3 base / 2 haut maxi**.
- L'étanchéité argileuse sera mise en place après :
  - décapage des sols sur 0,50 m minimum d'épaisseur,
  - compactage soigné du fond de fouille, par temps sec,
  - et **réalisation de redans en talus**, notamment en pied du dépôt de stériles, afin d'assurer une bonne assise du masque argileux.

### 5.3.3 - Mise en œuvre des argiles

- Les travaux de terrassement (préparation des assises du masque argileux et mise en place du masque) devront impérativement être réalisés en période non pluvieuse.
- Les épaisseurs d'argile et leur méthodologie de mise en œuvre devront garantir l'étanchéité du bassin de façon pérenne.

Pour les pentes de mise en œuvre projetées (3 base / 2 hauteur), les risques d'instabilité localisée (de type petits glissements pelliculaires, reptation) ne peuvent être totalement exclus, notamment lors de la vidange du bassin, ou lors de périodes d'intempéries (pluie, neige). Ils seront sans incidence sur la stabilité d'ensemble de l'ouvrage et du site, et pourront être traités mécaniquement ou manuellement le cas échéant.

Dans tous les cas, les talus devront être repris si leur étanchéité n'est plus garantie à long-terme.

---

*Fait à Meyzieu, le 8 Octobre 2018*

**SOLUSOL**  
**INGENIERIE - GEOTECHNIQUE**  
46 rue Marcel Girardin  
69330 MEYZIEU  
Tél. 04 78 31 64 30 - Fax 04 78 31 41 21  
SIRET 451 414 155 00023 - NAF 7112 B



**Christine REY**  
Ingénieur Géotechnicien ISTG

# ANNEXE 1

- **PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES** :..... pp. 14 & 15



OUEST



Ruisseau de la Mine

R.D. 991



Affleurements rocheux visibles dans le talus de la R.D.

Rive gauche du Ruisseau de la Mine

NORD



PROJET



## ANNEXE 2

### ▣ **SONDAGES DE RECONNAISSANCE AU TRACTO-PELLE :**

**S1 à S4 :** ..... pp. 17 à 30

# SONDAGE A LA PELLE MÉCANIQUE

(Godet de 40 cm)



N° du sondage : **S1**

Client : **MINES D'ORBAGNOUX**

Date : **27 Septembre 2018**

Commune : **CORBONOD (01)**

Référence : **E.270/18**

Etude : **G2-AVP**

Conditions météorologiques : Soleil

Projet : **Aménagement d'un bassin de rétention**

Cote NGF	Prof. (m)	Log	Description géologique	Echantillons	Classe GTR	W %	Eau
421.82	- 0 -						
	0,10	//==//	Terre végétale limoneuse et racines				Pas de Venue D'eau
	-	// /o/	Stériles limoneux bruns à brun-noir, secs				
	-	// /o/					
	-	// /o/					
	- 1 -						
	1,40						
	-		Blocailles calcaires Ø 0/250 mm, à matrice limono-argileuse brune				
	1,80						
	- 2 -		Calcaires altérés et fracturés : débit en blocs 20/50 mm, matrice poudreuse				
	2,40						
	-		<b>Difficultés d'excavation</b> <b>ARRÊT DU SONDAGE</b> (Parois de la fouille ± stables)				
	- 3 -						
	-						
	- 4 -						

**SONDAGE A LA PELLE MÉCANIQUE**

(Godet de 40 cm)



N° du sondage : **S2**

Client : **MINES D'ORBAGNOUX**

Date : **27 Septembre 2018**

Commune : **CORBONOD (01)**

Référence : **E.270/18**

Etude : **G2-AVP**

Conditions météorologiques : Soleil

Projet : **Aménagement d'un bassin de rétention**

Cote NGF	Prof. (m)	Log	Description géologique	Echantillons	Classe GTR	W %	Eau
420.87	- 0 -						
	0,25	//==// 9 / /	Terre végétale limoneuse noirâtre et petits Blocs calcaires				<b>Pas de Venue D'eau</b> 
	-	//// / / / / / / / / / / / /	Limons bruns à blocailles calcaires émoussées, sèche				
	- 1 -	/ / / / / / / / / / / /	Blocs + gros 50/200-250 mm à partir de 0,80 à 1,0 m				
	1,20/1,30	/ / / / / / / / / / / /	Calcaires altérés et fracturés : débit en blocs 30/100 mm, matrice poudreuse				
	- 1,70 -	/ / / / / / / / / / / /					
	- 2 -		 <b>Difficultés d'excavation</b>  <b>ARRÊT DU SONDAGE</b> (Parois de la fouille ± stables)				
	- 3 -						
	- 4 -						

# SONDAGE A LA PELLE MÉCANIQUE

(Godet de 40 cm)



N° du sondage : **S3**

Client : **MINES D'ORBAGNOUX**

Date : **27 Septembre 2018**

Commune : **CORBONOD (01)**

Référence : **E.270/18**

Etude : **G2-AVP**

Conditions météorologiques : Soleil

Projet : **Aménagement d'un bassin de rétention**

Cote NGF	Prof. (m)	Log	Description géologique	Echantillons	Classe GTR	W %	Eau
420.28	- 0 -						
	0,10	//==//	Terre végétale limoneuse noirâtre				<b>Pas de Venue D'eau</b>
			Limons bruns à blocailles calcaires Ø 0/40 mm, quelques 100/200 mm				
			Calcaires altérés et fracturés : débit en blocs 20/400 mm, matrice rougeâtre peu abondante				
	- 1 -						
			<b>Difficultés d'excavation</b>  <b>ARRÊT DU SONDAGE</b> (Parois de la fouille ± stables)				
	- 2 -						



# SONDAGE A LA PELLE MÉCANIQUE

(Godet de 40 cm)



N° du sondage : **S4**

Date : **27 Septembre 2018**

Référence : **E.270/18**

Conditions météorologiques : Soleil

Client : **MINES D'ORBAGNOUX**

Commune : **CORBONOD (01)**

Etude : **G2-AVP**

Projet : **Aménagement d'un bassin de rétention**

Cote NGF	Prof. (m)	Log	Description géologique	Echantillons	Classe GTR	W %	Eau
420.13	0						
	0,10/0,15	//==//	Terre végétale limoneuse noirâtre, sèche				<b>Pas de Venue D'eau</b>
			Limons bruns à blocailles calcaires Ø 0/30 mm				
	0,80 à 0,90		Calcaires altérés et fracturés : débit en blocs 20/150-200 mm				
	- 1 -		<b>Difficultés d'excavation</b>  <b>ARRÊT DU SONDAGE</b> (Parois de la fouille ± stables)				
	- 2 -						



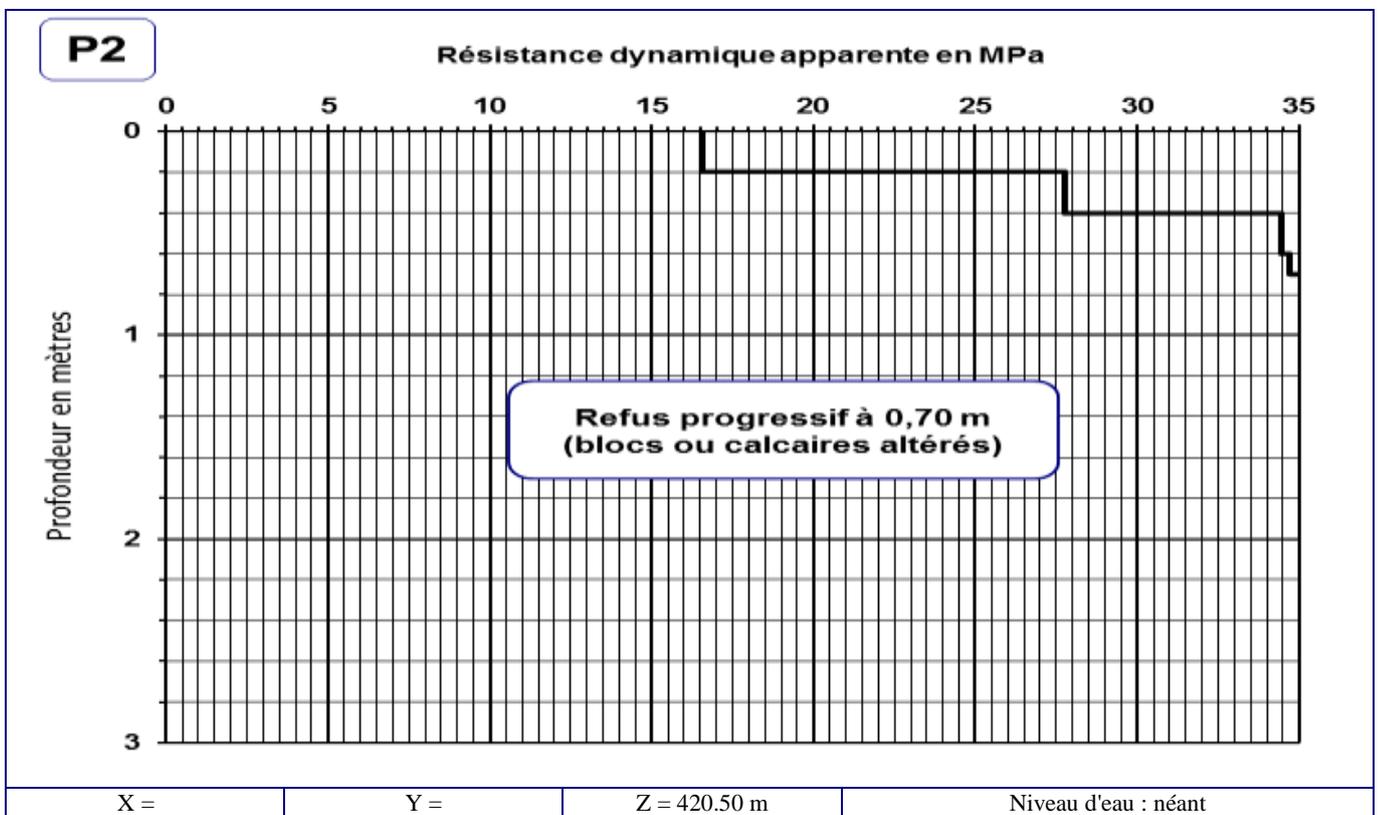
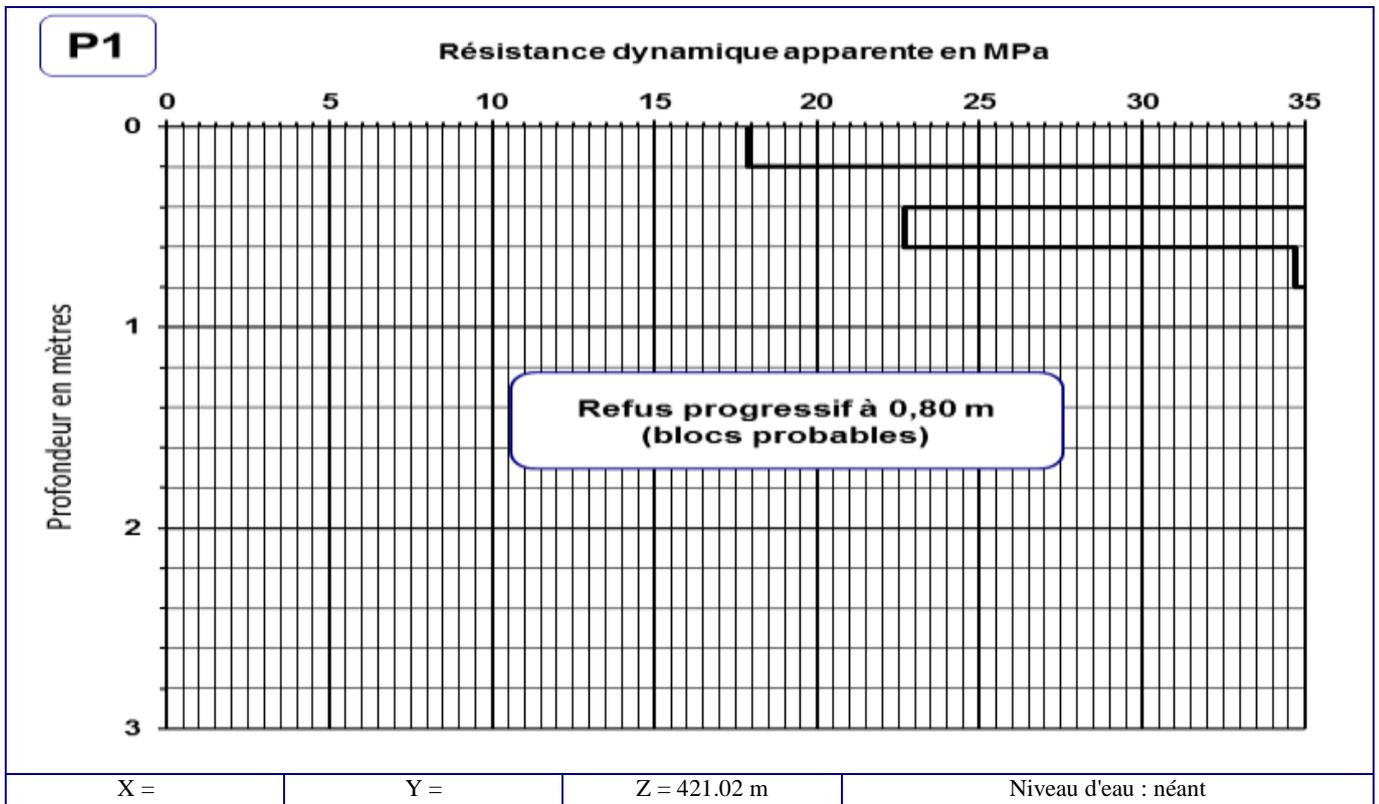
## **A N N E X E 3**

### **□ DIAGRAMMES DE PÉNÉTRATION DYNAMIQUE :**

**P1 à P4 :** ..... pp. 22 et 23

N° des sondages : **P1 & P2**  
 Date : **27 Septembre 2018**  
 Référence : **E.270/18**

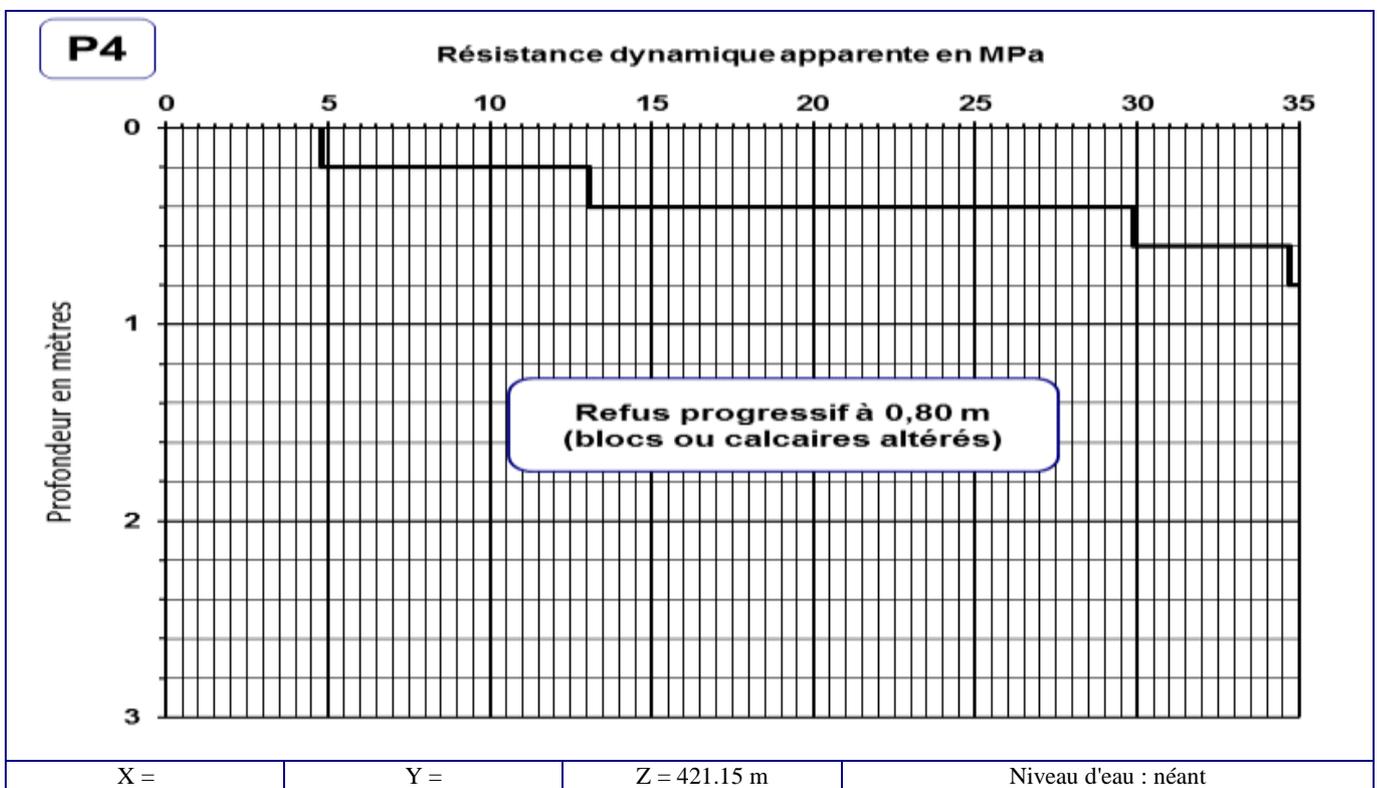
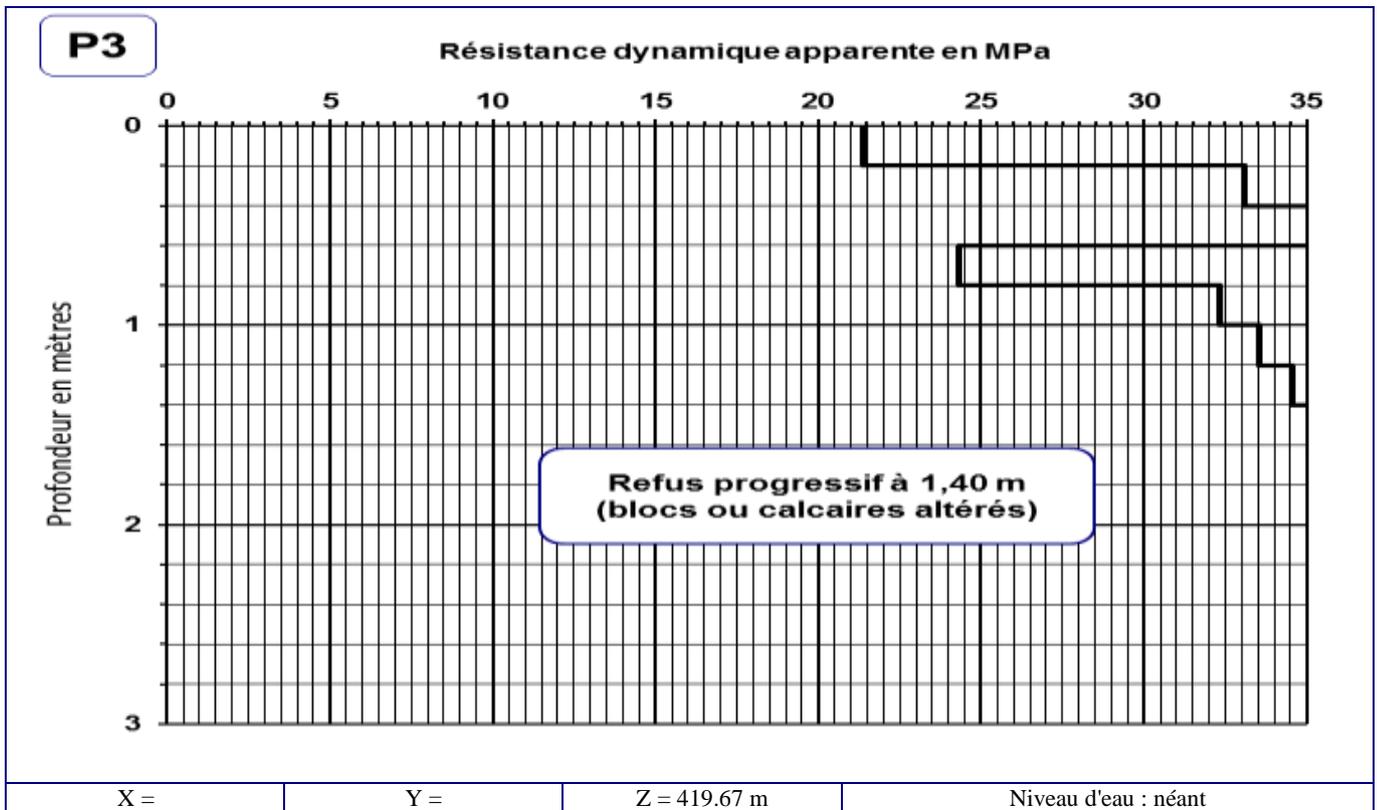
Client : **MINES D'ORBAGNOUX**  
 Commune : **CORBONOD (01)**  
 Projet : **Aménagement d'un bassin**



Pénétromètre dynamique de type **DM 30**, à train de tiges non tubé, non lubrifié.  
 Section de la pointe : 10 cm<sup>2</sup> - Masse : 30 Kg - Hauteur de chute : 20 cm  
 Puissance de pénétration : 0,6 Kg.m/cm<sup>2</sup>

N° des sondages : **P3 & P4**  
 Date : **27 Septembre 2018**  
 Référence : **E.270/18**

Client : **MINES D'ORBAGNOUX**  
 Commune : **CORBONOD (01)**  
 Projet : **Aménagement d'un bassin**



Pénétromètre dynamique de type **DM 30**, à train de tiges non tubé, non lubrifié.  
 Section de la pointe : 10 cm<sup>2</sup> - Masse : 30 Kg - Hauteur de chute : 20 cm  
 Puissance de pénétration : 0,6 Kg.m/cm<sup>2</sup>

## **A N N E X E 4**

- **VÉRIFICATION DE LA STABILITÉ EXTERNE LOCALE DE LA DIGUE EN GABIONS :..... pp. 25 à 28**

# SOLUSOL

## Mur Poids

### Dimensions du mur (en m) :

Largeur en Base B :	1
Largeur en Crête b :	1
Hauteur totale H :	3
Hauteur verticale hv :	0
Fruit amont (en °) :	0
Fruit aval (en °) :	0

### Pentes du Terrain Naturel :

Angle du talus amont :	-33
Angle du talus aval :	0

### Sol de fondation :

q'ELU :	600	kPa
q'ELS :	400	kPa
$\phi$ =	40	°
c =	20	kPa
$\gamma$ =	23	kN/m <sup>3</sup>

### Remblai/Terrain arrière :

$\gamma$ =	18	kN/m <sup>3</sup>
$\phi$ =	33	°
c =	0	kPa
	négligée	

### Poussée / Butée :

Poussée $\delta a$ :	11
	(1/3 x $\phi$ )
Butée $\delta p$ :	0

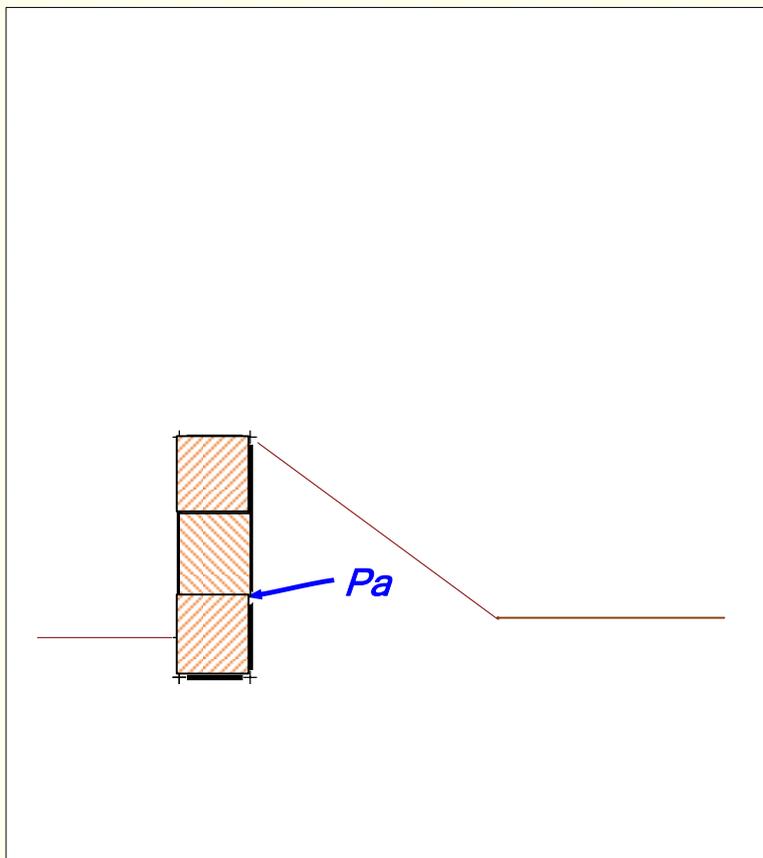
### Surcharge :

q =	0	kPa
Obliquité =	0	°
	<small>(normale au TN)</small>	

### Séisme de projet :

$\sigma_h$ =	
$\sigma_v$ =	(±)

(non pris en compte)



## Note de calcul

### ❖ Poids du mur :

pois volumique : 25 kN/m<sup>3</sup>

### Bras de levier :

<b>W1 :</b>	0	kN	<b>d1 =</b>	0	m
<b>W2 :</b>	0	kN	<b>d2 =</b>	0	m
<b>W3 :</b>	75	kN	<b>d3 =</b>	0,5	m
<b>W4 :</b>	0	kN	<b>d4 =</b>	0	m

### ❖ Surcharge :

Hp = 3 m

Coefficient de poussée : **Kaq = 0**

**Q = 0 kN**

soit **Qh = 0 kN**      **dqh = 1,5 m**  
**Qv = 0 kN**      **dqv = 1 m**

### ❖ Poussée des terres :

Coefficient de poussée : **Ka = 0,203** (d'après la formule de Poncelet)

**Pa = 16,4 kN**

soit **Pah = 16,1 kN**      **dh = 1 m**  
**Pav = 3,1 kN**      **dv = 1 m**

### ❖ Butée des terres :

Hb > 0,5 m

Coefficient de butée : **Kp = 3,42**

**B = 9,8 kN**

soit **Bh = 9,8 kN**      **dh = 0,17 m**  
**Bv = négligé**      **dv = 0 m**

❖ **ELU de renversement :**

COMBINAISON FONDAMENTALE

$$\Rightarrow 1,35 G_{\max} + G_{\min} + 1,5 Q$$

**Forces stabilisatrices :**

$$N = 78,1 \text{ kN}$$

**Moment stabilisateur :**

$$M_{\text{stab}} = 42,3 \text{ kN.m}$$

**Forces motrices :**

$$T = 11,9 \text{ kN}$$

**Moment moteur :**

$$M_{\text{mot}} = 21,7 \text{ kN.m}$$

$$\text{Excentrement } e : \quad e = 0,236 \text{ m}$$

La résultante des forces n'appartient pas au 1/3 central; La semelle est partiellement comprimée.

$$\text{Largeur comprimée } B' : \quad B' = 0,792 \text{ m}$$

$$B' > 10\% B$$

$$\Rightarrow \text{ ELU Admissible }$$

COMBINAISON ACCIDENTELLE

$$\Rightarrow G_{\max} + G_{\min} + Q$$

NÉANT

❖ **ELU de mobilisation du sol**

COMBINAISON FONDAMENTALE

$$\Rightarrow 1,35 G_{\max} + G_{\min} + 1,5 Q$$

$$\text{d'où les contraintes :} \quad \sigma_{\max} = 197,2 \text{ kPa}$$

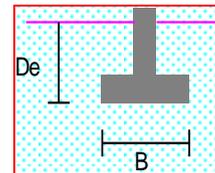
$$\sigma_{\min} = 0 \text{ kPa}$$

$$\text{et la contrainte de référence :} \quad \sigma_{3/4} = 147,9 \text{ kPa}$$

\* Incidence de l'inclinaison de résultante :

$$\delta = 8,66^\circ$$

Sol de fondation : cohérent



$$\text{soit} \quad I\delta = 0,82$$

$$\text{et } q'_{\text{ELU}} : q'_{\text{ELU}}(\delta=0) * I\delta = 492 \text{ kPa}$$

soit **Contrainte de référence < q'ELU****ELU Admissible**

COMBINAISON ACCIDENTELLE

$$\Rightarrow G_{\max} + G_{\min} + Q$$

NÉANT

❖ **ELU de glissement**

COMBINAISON FONDAMENTALE

$$\Rightarrow 1,35 G_{\max} + G_{\min} + 1,5 Q$$

$$\text{On vérifie que : } T < N \times \tan \phi / \gamma g_1 + C' \times B' / \gamma g_2$$

$$\text{avec } \gamma g_1 = 1,2$$

$$\text{et } \gamma g_2 = 1,5$$

$$N \times \tan \phi / \gamma g1 + C' \times B' / \gamma g2 = 65,2 \text{ kN}$$

⇒ **ELU Admissible**

COMBINAISON ACCIDENTELLE

⇒ Gmax + Gmin + Q

NÉANT

❖ **ELS de décompression du sol :**

COMBINAISON FRÉQUENTE

⇒ Gmax + Gmin + Q

**Forces stabilisatrices :**

$$N = 78,1 \text{ kN}$$

**Moment stabilisateur :**

$$M_{stab} = 42,3 \text{ kN.m}$$

**Forces motrices :**

$$T = 6,3 \text{ kN}$$

**Moment moteur :**

$$M_{mot} = 16,1 \text{ kN.m}$$

Excentrement e :  $e = 0,165 \text{ m}$

La résultante des forces appartient au 1/3 central; Toute la semelle travaille en compression.

⇒ **ELS Admissible**

COMBINAISON RARE

⇒ Gmax + Gmin + Q

$$B' > 75\% B$$

⇒ **ELS Admissible**

❖ **ELS de mobilisation du sol**

COMBINAISON RARE

⇒ Gmax + Gmin + Q

d'où les contraintes :  $\sigma_{max} = 155,4 \text{ kPa}$

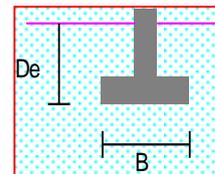
$$\sigma_{min} = 0,8 \text{ kPa}$$

et la contrainte de référence :  $\sigma_{3/4} = 116,8 \text{ kPa}$

\* Incidence de l'inclinaison de résultante :

$$\delta = 4,61^\circ$$

Sol de fondation : coherent



soit  $I\delta = 0,9$

et  $q'_{ELS} = q'_{EL}(\delta=0) * I\delta = 360 \text{ kPa}$

soit **Contrainte de référence < q'ELS**

**ELS Admissible**

## 4.2.4 - Tableaux synthétiques

Tableau 1 – Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des solutions futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage	Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux		
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

**Tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique**

<p>L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.</p>
<p><b>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</b></p> <p>Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.</li> <li>• Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>• Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.</li> </ul> <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>• Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).</li> </ul>
<p><b>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</b></p> <p>Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>• Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.</li> </ul> <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>• Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.</li> </ul> <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).</li> <li>• Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.</li> </ul>

**Tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique**

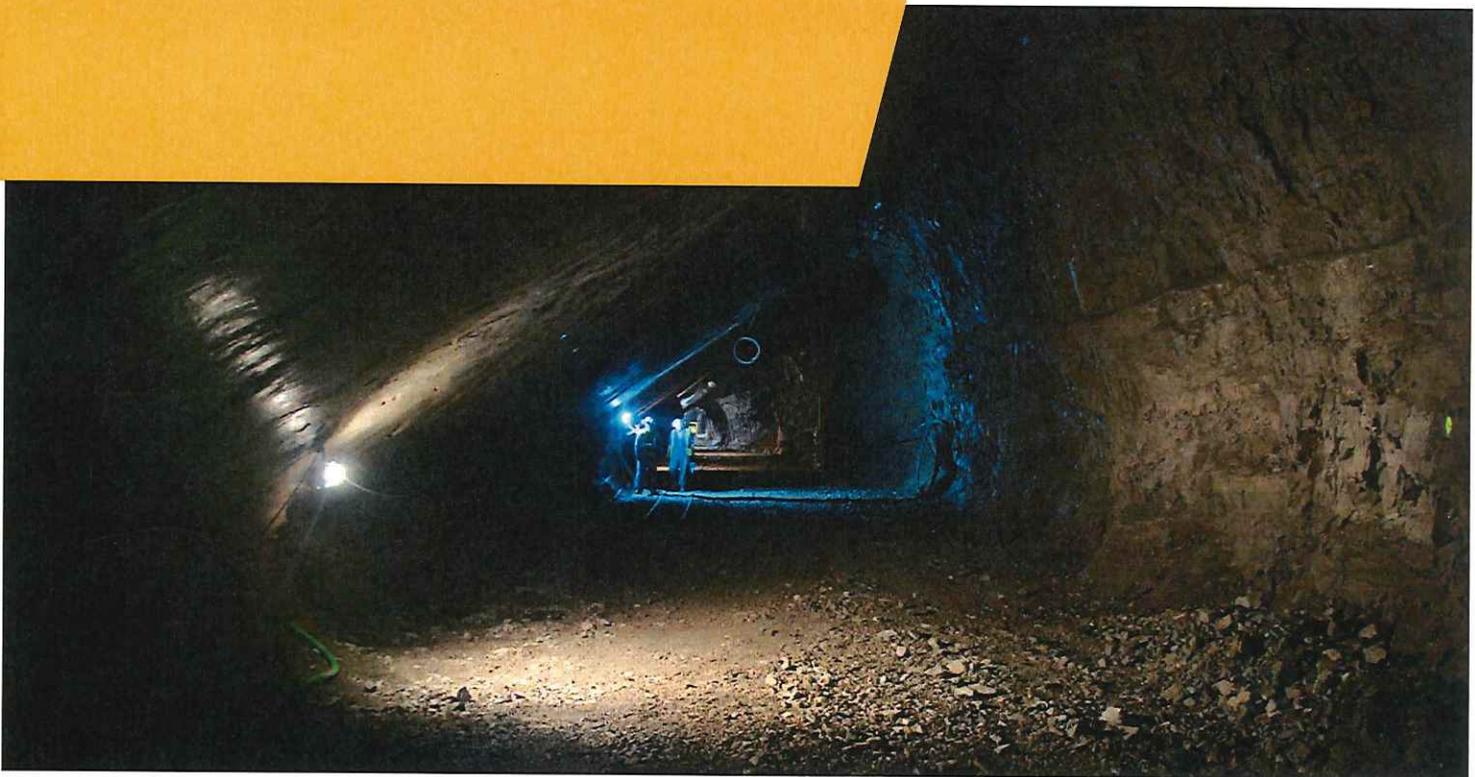
<b>ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)</b>
<p>Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :</p> <p><u>Phase Étude</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats,</li> <li>• Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).</li> <li>• Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.</li> </ul> <p><u>Phase Suivi</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.</li> <li>• Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).</li> <li>• Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)</li> </ul> <p><b>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</b></p> <p>Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :</p> <p><u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.</li> </ul> <p><u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).</li> <li>• donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.</li> </ul> <p><b>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</b></p> <p>Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>• Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'état de l'état général de l'ouvrage existant.</li> <li>• Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).</li> </ul>

**ANNEXE 5 : ACCEPTABILITÉ DE RÉSIDUS DE PYROGÉNATION EN  
TECHNIQUE ROUTIÈRE ET ASSIMILÉS**

---

# Acceptabilité de résidus de pyrogénéation en technique routière et assimilés

Analyse de compatibilité  
Août 2019



## LES MINES D'ORBAGNOUX



S.A.S. au capital social de 197 422 € / RC  
Belley / Siret 562 095 695 00036  
Siège social à Corbonod (Ain), 01420 SEYSSEL



## TABLE DES MATIERES

1. CADRE DE L'OPERATION	3
2. CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX	3
3. LOCALISATION DES CHANTIERS D'UN POINT DE VUE ENVIRONNEMENTAL	4
4. SITUATION DU PROJET ETUDIE	4
5. COMPATIBILITE ENVIRONNEMENTALE	5
6. MISE EN ŒUVRE	5
7. CONCLUSION	6

## ANNEXES

## Analyse de la compatibilité – projet de Village des Marques

### 1. CADRE DE L'OPERATION

L'utilisation des déchets de pyrogénéation de l'entreprise **Les Mines d'Orbagnoux** en technique routière répond au cadre défini par le guide SETRA : *Acceptabilité des matériaux alternatifs en technique routière* - Ministère de l'Ecologie, du développement durable des transports et du logement - 2011.

Des précisions et compléments sont apportés par la circulaire ministérielle du 29 mars 2016 : *Nature des ouvrages de travaux publics dont l'examen de l'acceptabilité environnementale est comparable aux ouvrages routiers*.

Le mémoire présenté ici vise à préciser les conditions d'utilisation, d'un point de vue environnemental, des déchets de pyrogénéation produits par les Mines d'Orbagnoux, dans le cadre du projet d'aménagement du Village des Marques à Valserhône (01)<sup>1</sup>.

L'adéquation des caractéristiques géotechniques de ces matériaux avec les usages possibles, n'est pas traitée ici.

### 2. CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX

Le matériau correspond au code déchet suivant :

01 04 08	Déchets de graviers et débris de pierres autres que ceux visés à la rubrique 01 04 07.
----------	--

La caractérisation des déchets de pyrogénéation a été conduite sur les matériaux en stock, elle montre que les matériaux répondent aux usages dit de type 2 définis par le guide SETRA et élargi par la circulaire du 29 mars 2016.

Pour ce faire, des analyses ont été menées sur le stockage de matériaux destinés à être valorisés. Les analyses ont été conduites sur un ensemble de 8 prélèvements répartis sur la hauteur du terril, permettant d'avoir une bonne représentativité de sa composition.

Les résultats montrent la conformité globale du terril aux références. Dans le détail, un échantillon présente un excès de COT, ce qui indique 87.5% d'échantillons conformes. Ainsi, la valeur globale est conforme aux exigences des textes pour les usages de type 2.

<sup>1</sup> Valserhône est la nouvelle commune formée par la réunion, au 1<sup>er</sup> janvier 2019, des communes de Bellegarde-sur-Valserine, Châtillon en Michaille et Lancrans.

### 3. LOCALISATION DES CHANTIERS D'UN POINT DE VUE ENVIRONNEMENTAL

---

Il est précisé que l'utilisation des déchets doit se faire :

- Hors des zones inondables,
- Hors des périmètres de protection rapprochés des captages d'eau potable ainsi qu'à une distance minimale de 30 m de tout cours d'eau,
- A une distance suffisante des plus hautes eaux connues,
- Pas d'usage pour le remblai de tranchées comportant des canalisations métalliques.

### 4. SITUATION DU PROJET ETUDIE

---

Le projet de Village des Marques est situé sur le territoire de la commune de Valserhône, immédiatement à l'Est de l'autoroute A 40 (localisation en annexe).

Les terrains sont drainés par de petits ruisseaux temporaires :

- au nord le ruisseau des Pesses,
- au sud le long de la D 101f, le ruisseau d'En Manant.

A l'aval, ces cours d'eau rejoignent le Rhône.

Ces cours d'eau restent suffisamment éloignés (plus de 30 m), : 75 m pour En Manant et 200 m pour le ruisseau des Pesses. Le fleuve Rhône est beaucoup plus éloigné.

La carte géologique (annexée) indique que le projet est implanté sur des terrains d'origine glacio-lacustres (notés GLy3), partiellement recouverts par un cône de déjection (Jy3), l'ensemble repose sur les terrains du Crétacé : calcaires urgoniens partiellement recouverts de grès verts.

Une étude géotechnique a été conduite par KAENA Géotechnique, elle a compris une reconnaissance de terrain au moyen de 9 « puits de reconnaissance » ou sondages.

Les sondages qui nous ont été transmis (P201 à P209) ont été conduits jusqu'à une profondeur de 4.1 à 5.5 m. Ils ont montré :

- une couverture de terre végétale sur 0.5 à 0.6 m.
- des argiles aux P203, P204 et P 206
- des limons aux P 202, PP 203 et P 209
- Les matériaux ci-dessus reposent sur des sables argileux.

Les sondages ont montré des venues d'eaux localisées sur chacun des sondages à l'exception du P203 qui est resté sec.

La nature des matériaux rencontrés confirme la situation géologique des terrains : en position distale du cône de déjection sur des formations glaciaires. Cela conduit à

retenir que les eaux circulent dans les sables et graviers qui constituent le cône de déjection, tandis que les formations glacio-lacustres apparaissent comme aquicludes (argiles glaciaires et limons lacustres dominants).

Les calcaires urgoniens sont fréquemment karstifiés, les circulations d'eau y sont donc rapides et aucune filtration ne se fait. Précisons qu'ici la forte pente du relief et le pendage conforme des calcaires limitent le risque de remontée karstique.

Les éléments en notre possession indiquent qu'aucun périmètre de protection de captage ne concerne le site ou ses abords.

## 5. COMPATIBILITE ENVIRONNEMENTALE

Le projet s'inscrit en dehors de zones de contraintes spécifiques liées à l'eau, absence de cours d'eau proche, absence de captage AEP.

Il reste une sensibilité montrée par les venues d'eau rencontrées dans une majorité de sondages, La mise en place de matériaux alternatifs en présence d'eau n'est pas acceptable du fait des évolutions chimiques potentielles.

D'autre part, la carte géologique indique la présence de formations de calcaires urgoniens dans l'extrémité Nord. Ces formations sont fréquemment karstifiées, et les remblais alternatifs ne sont pas admis en dépôt sur les karsts.

Il conviendra donc de réserver l'utilisation des matériaux alternatifs proposés aux secteurs qui ne présentent ni de venue d'eau, ni de soubassement calcaire

Dans les autres cas, les conditions de mise en place sont les suivantes :

- Venue d'eau : drainage des terrains écartant la circulation des eaux dans le secteur visé, ou remblais à l'aide de matériaux classiques pour positionner les remblais alternatifs au-dessus des niveaux potentiellement en eau.
- Présence de calcaire : mise en place d'un remblai classique en une couche de 2 m au moins avant l'utilisation des matériaux alternatifs.

## 6. MISE EN ŒUVRE

Les textes précisent, les usages possibles :

- Structure routière ou de parking (couche de forme, couche de fondation ou couche de base) à l'exception des chaussées réservoir ou poreuses.
- Remblai, compactés d'au plus 3 m de hauteur, sans aucun dispositif d'infiltration et à condition qu'il y ait en surface :
  - Une structure routière ou de parking
  - Un bâtiment couvert
  - Un recouvrement végétal sur un substrat d'au moins 0.5 m.

Les textes prévoient un usage principal :

Usage en matériau routier :

- La mise en œuvre de matériaux routiers devra être effectuée de façon à limiter les contacts avec les eaux météoriques, superficielles et souterraines. À ce titre, la quantité de matériaux routiers stockée temporairement dans l'emprise d'un chantier routier donné devra être limitée aux seuls besoins permettant de s'affranchir de l'irrégularité des approvisionnements du chantier, sans que jamais cette quantité n'excède 1 000 m<sup>3</sup>.

Elargissement des usages :

- En application de la circulaire du 29 mars 2016, les matériaux peuvent être utilisés pour la réalisation de plateforme d'activités économiques revêtue, en remblai sous ouvrage, en couche de forme ou en assise d'au plus 3 mètres de hauteur.

Pour assurer le respect des procédures, un PAQ (Plan d'assurance Qualité) est mis en place. Un compte rendu d'opération sera archivé.

## 7. CONCLUSION

---

A la lumière de ces éléments nous pouvons conclure que l'usage des matériaux visés en technique routière répond aux exigences pour un usage de type 2, c'est-à-dire avec un recouvrement.

Il reste à s'assurer que la zone où la mise en place est projetée ne présente pas

- de mise à nu des calcaires du soubassement.
- de circulation d'eau significative.

Si le secteur est drainé pour les besoins de l'aménagement l'usage de matériaux alternatifs peut être accepté.

Si les calcaires sont recouverts de 2 m de matériaux classique alors les matériaux alternatifs peuvent être utilisés.

L'ensemble des opérations est encadré par un PAQ et fait l'objet d'un compte rendu.

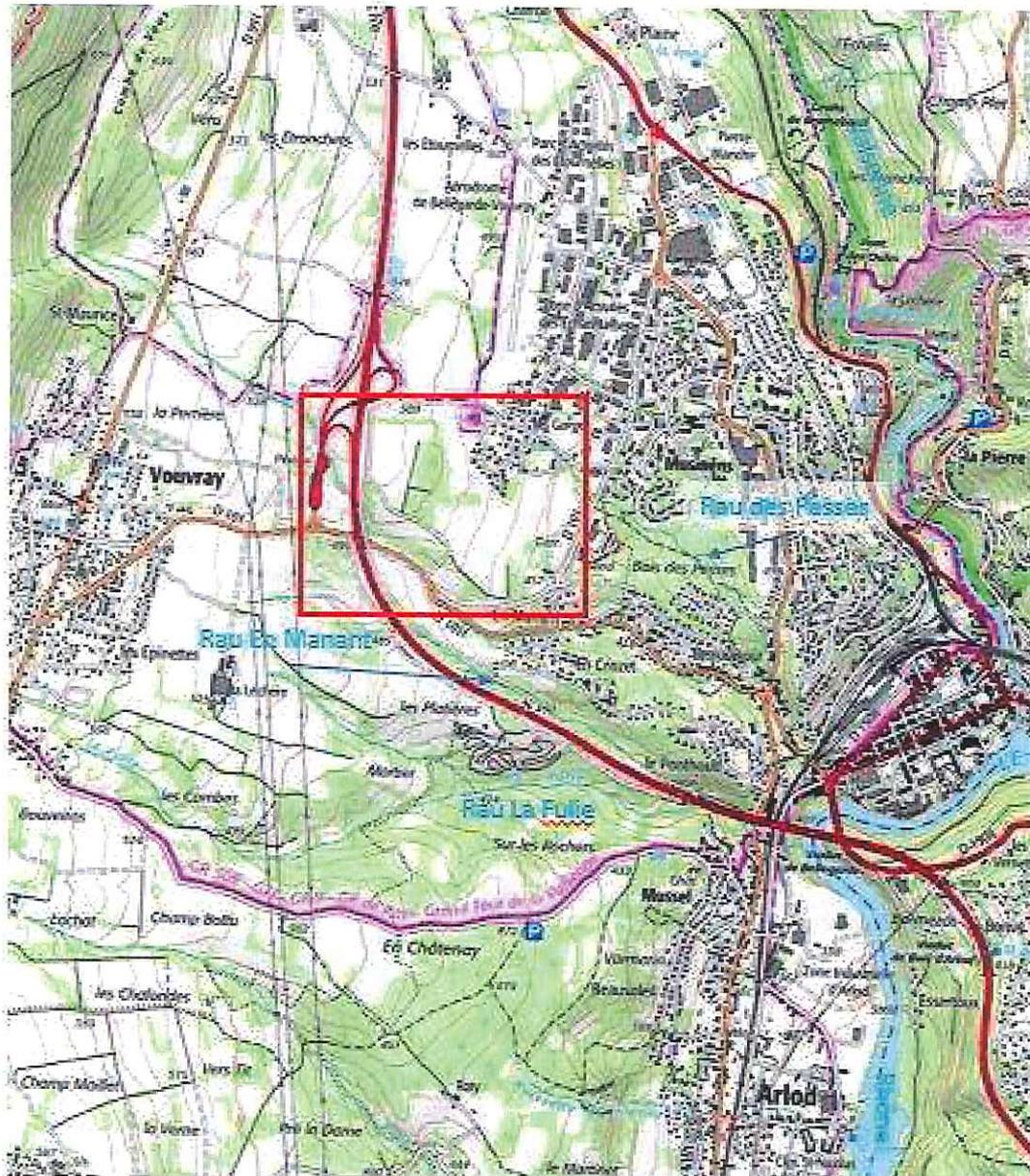


# ANNEXES

- Localisation du projet
- Extrait carte géologique
- Tableau récapitulatif des puits de reconnaissance (sondages)



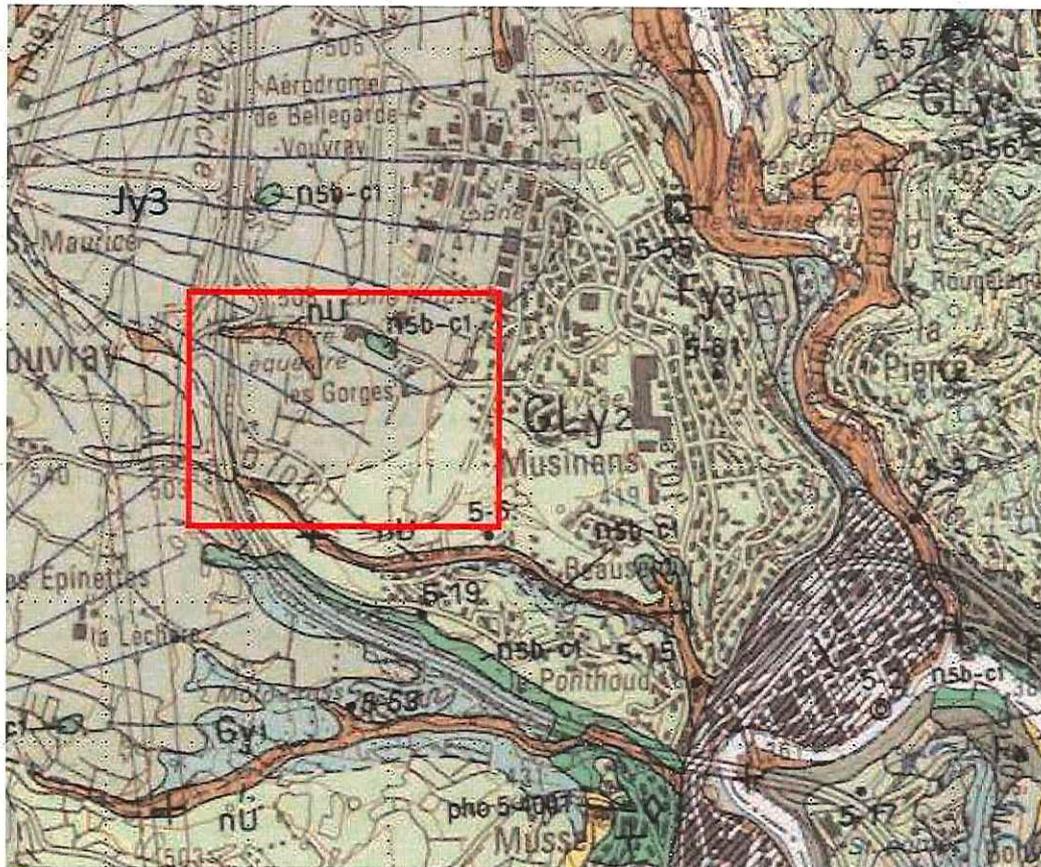
# Localisation



 Secteur étudié



## Extrait carte géologique



Secteur étudié:

La carte montre que le projet se situe sur des terrains glaciolacustres (Gly2) sur un soubassement calcaire (nU) avec présence locale de grès vert (n5-c1b). Un cône de déjection Jy3 provenant des reliefs ouest, marque la partie supérieure des terrains.

Source : site Infoterre – Carte imprimée St Julien en Genevois

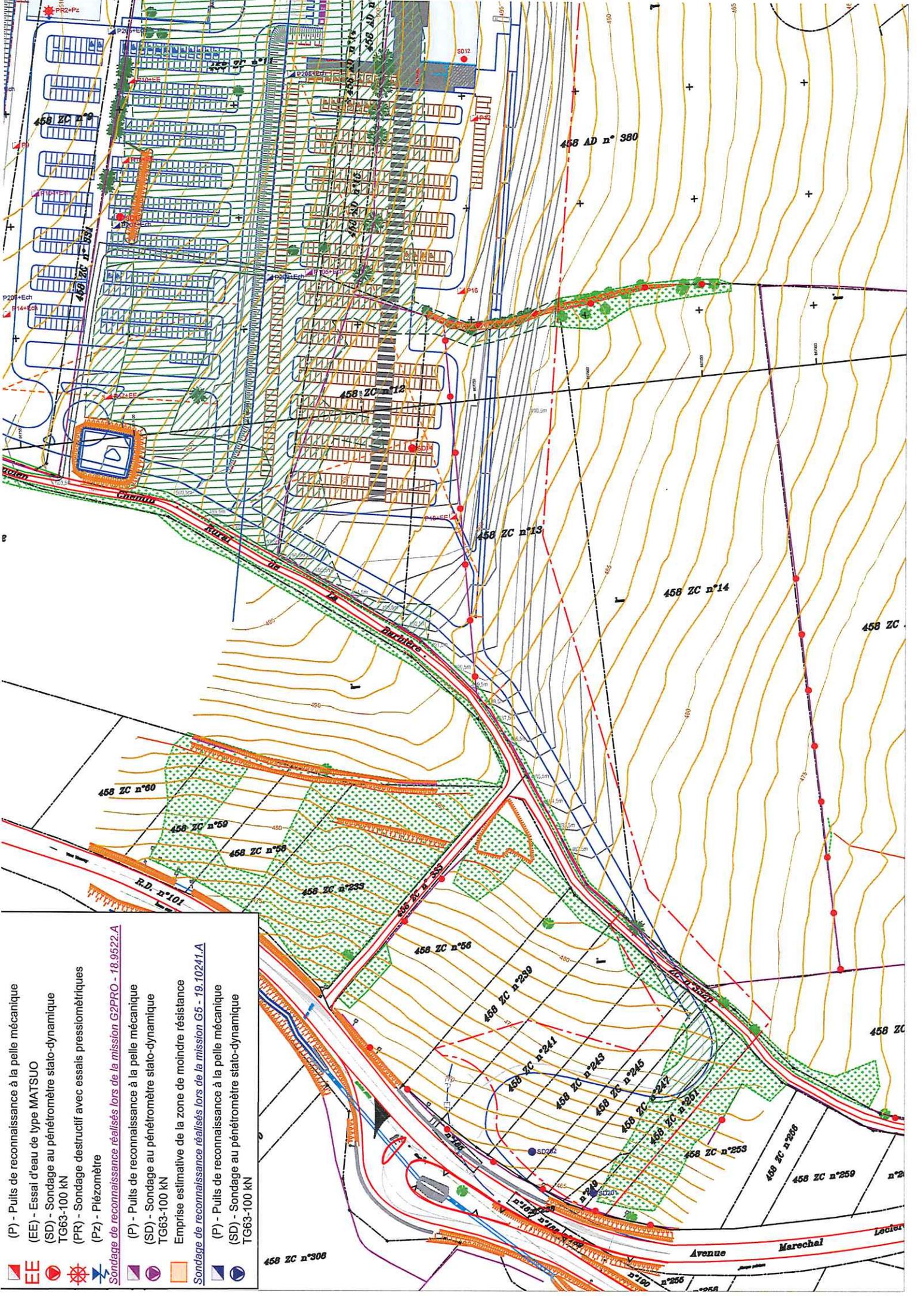




TABLEAU RECAPITULATIF DES PUIITS DE RECONNAISSANCE

Numéro de Puits et cote approximative en m NGF	Date d'intervention : 02/04/2019									
	P201 (513.2)	P202 (512.0)	P203 (510.5)	P204 (511.2)	P205 (509.0)	P206 (507.3)	P207 (506.1)	P208 (503.0)	P209 (501.1)	
Facies géologique	Profondeur en m/TN relatif de la base de chaque faciès géologique									
Terre végétale limoneuse brune	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	
Argile à graves, marron beige à traces grises et ocres d'hydromorphie, $\phi_{max}$ : 600/700 mm, grave sub-anguleuse, polygénique			Echantillon entre 0.5-1.0 m et entre 1.0-1.5 m Quelques taches noires de matière organique entre 0.5 et 1.1 m	0.5						
Limon argilo-sableux, marron beige à trace ocre et grisâtre, contenant quelques graviers, $\phi_{max}$ : 10 mm, ± Induré	-	-	1.9	1.9	-	2.7	-	-	-	
Sable limono-argileux, marron beige à gris verdâtre, présence de traces ocre d'hydromorphie, ± induré, contenant de rares graviers et blocs	Echantillon entre 2.0 et 2.5 m > 4.1	Plus induré à partir de 4.0 m > 4.5	3.8				Echantillon entre 0.5 et 1.0 m Passage grisâtre + sableuse entre 2.5 et 2.8 m > 4.1	Echantillon entre 1.5 et 2.0 m > 4.8	Echantillon entre 0.5 et 1.0 m 3.5	
EAU SOUTERRAINE :	Venu d'eau à 2.3 et 3.1 m	Venu d'eau à 1.5 ; 2.3 et 3.2 m	-	Venu d'eau à 3.2 m	Venu d'eau importante à 3.8 et 4.1 m	Venu d'eau à 3.8 m	Venu d'eau importante à 2.7 m	Venu d'eau à 3.3 m	Venu d'eau à 2.3 et 3.5 m	
TENUE DES PAROIS	Bonne tenue des parois, à court terme et hors d'eau									





- (P) - Puits de reconnaissance à la pelle mécanique
  - (EE) - Essai d'eau de type MATSUO
  - (SD) - Sondage au pénétromètre stato-dynamique TG63-100 kN
  - (PR) - Sondage destructif avec essais pressiométriques
  - (Pz) - Piézomètre
- Sondage de reconnaissance réalisés lors de la mission G2PRO - 18.9522.A**
- (P) - Puits de reconnaissance à la pelle mécanique
  - (SD) - Sondage au pénétromètre stato-dynamique TG63-100 kN
  - Emprise estimative de la zone de moindre résistance
- Sondage de reconnaissance réalisés lors de la mission G5 - 19.10241.A**
- (P) - Puits de reconnaissance à la pelle mécanique
  - (SD) - Sondage au pénétromètre stato-dynamique TG63-100 kN





**Région Sud Est**

LYON - Parc d'Affaires du moulin à vent Bât. 51- 33 boulevard du Docteur Lévy – 69693 Vénissieux cédex - Tél. 04 78 78 80 60

MONTPELLIER - Techniparc Bât. A - 385 rue Alfred Nobel - BP 63 - 34935 Montpellier cédex 09 - Tél. 04 99 52 62 52

[www.encem.com](http://www.encem.com)

Siège social : 3 rue Alfred Roll - 75849 PARIS cedex 17 - Association loi 1901 créée sous l'égide de l'UNICEM - N° SIRET 315 483 784 00015 - Code NAF : 7112 C

## **ANNEXE 6 : SUIVIS TOPOGRAPHIQUES ET CUBATURES DU TERRIL**

---

# CORBONOD (Ain)

Lieudit : "Champ Bernardin" – "Champ du clos"

Société des Mines d'Orbagnoux

PLAN D'ETAT DES LIEUX

Echelle 1/500

Estimation pour remise en état du Terrain Naturel



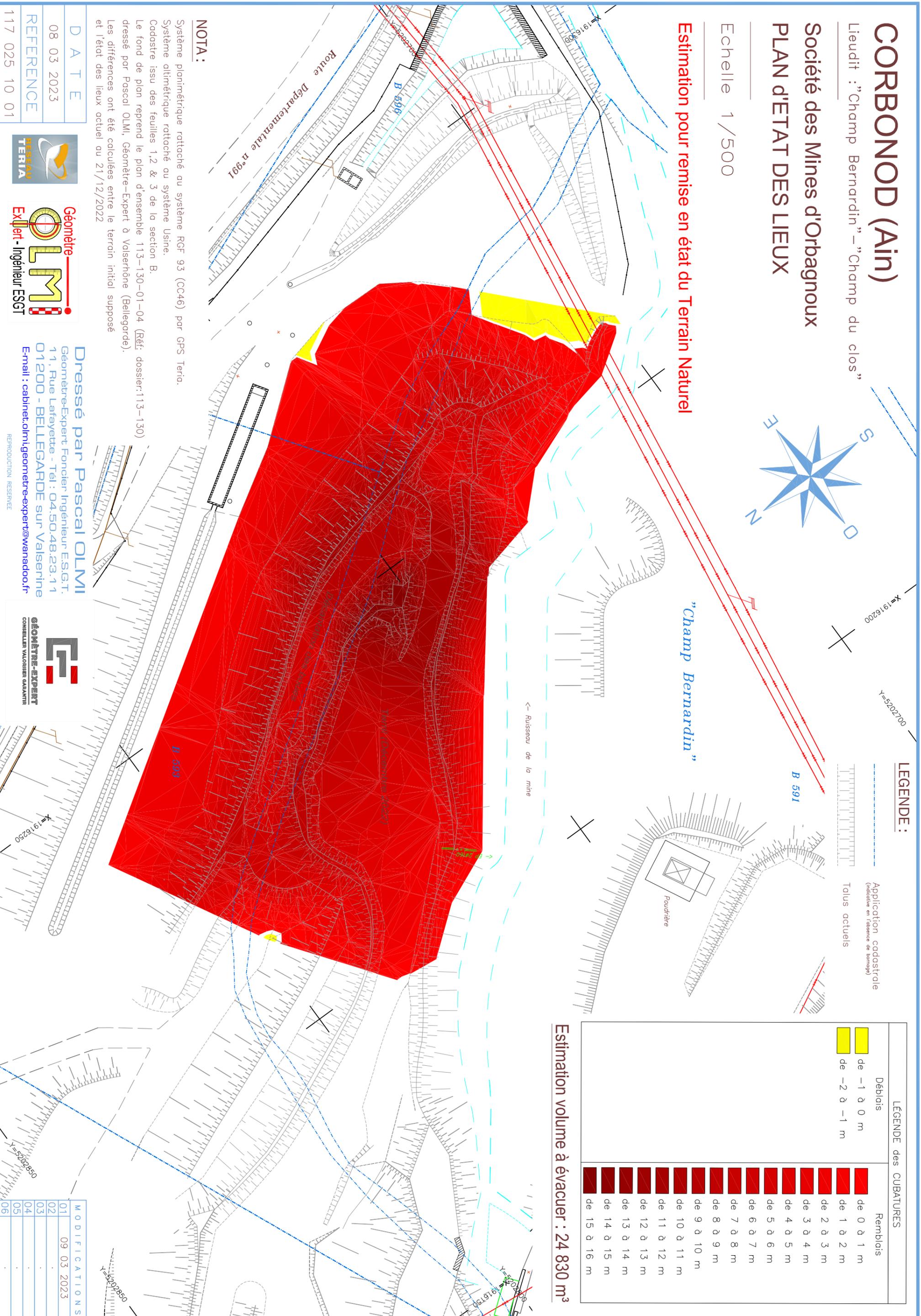
## LEGENDE :

- Application cadastre (indicative en l'absence de bornage)
- Talus actuels

## LEGENDE des CUBATURES

Déblais		Remblais	
de -1 à 0 m		de 0 à 1 m	
de -2 à -1 m		de 1 à 2 m	
		de 2 à 3 m	
		de 3 à 4 m	
		de 4 à 5 m	
		de 5 à 6 m	
		de 6 à 7 m	
		de 7 à 8 m	
		de 8 à 9 m	
		de 9 à 10 m	
		de 10 à 11 m	
		de 11 à 12 m	
		de 12 à 13 m	
		de 13 à 14 m	
		de 14 à 15 m	
		de 15 à 16 m	

Estimation volume à évacuer : 24 830 m<sup>3</sup>



## NOTA :

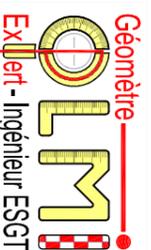
Système planimétrique rattaché au système RGF 93 (CC46) par GPS Terio.  
Système altimétrique rattaché au système Usine.  
Cadastré issu des feuilles 1,2 & 3 de la section B.  
Le fond de plan reprend le plan d'ensemble 113-130-01-04 (Réf: dossier:113-130)  
dressé par Pascal OLM, Géomètre-Expert à Valsérhône (Bellegarde).  
Les différences ont été calculées entre le terrain initial supposé  
et l'état des lieux actuel au 21/12/2022

D A T E

08 03 2023

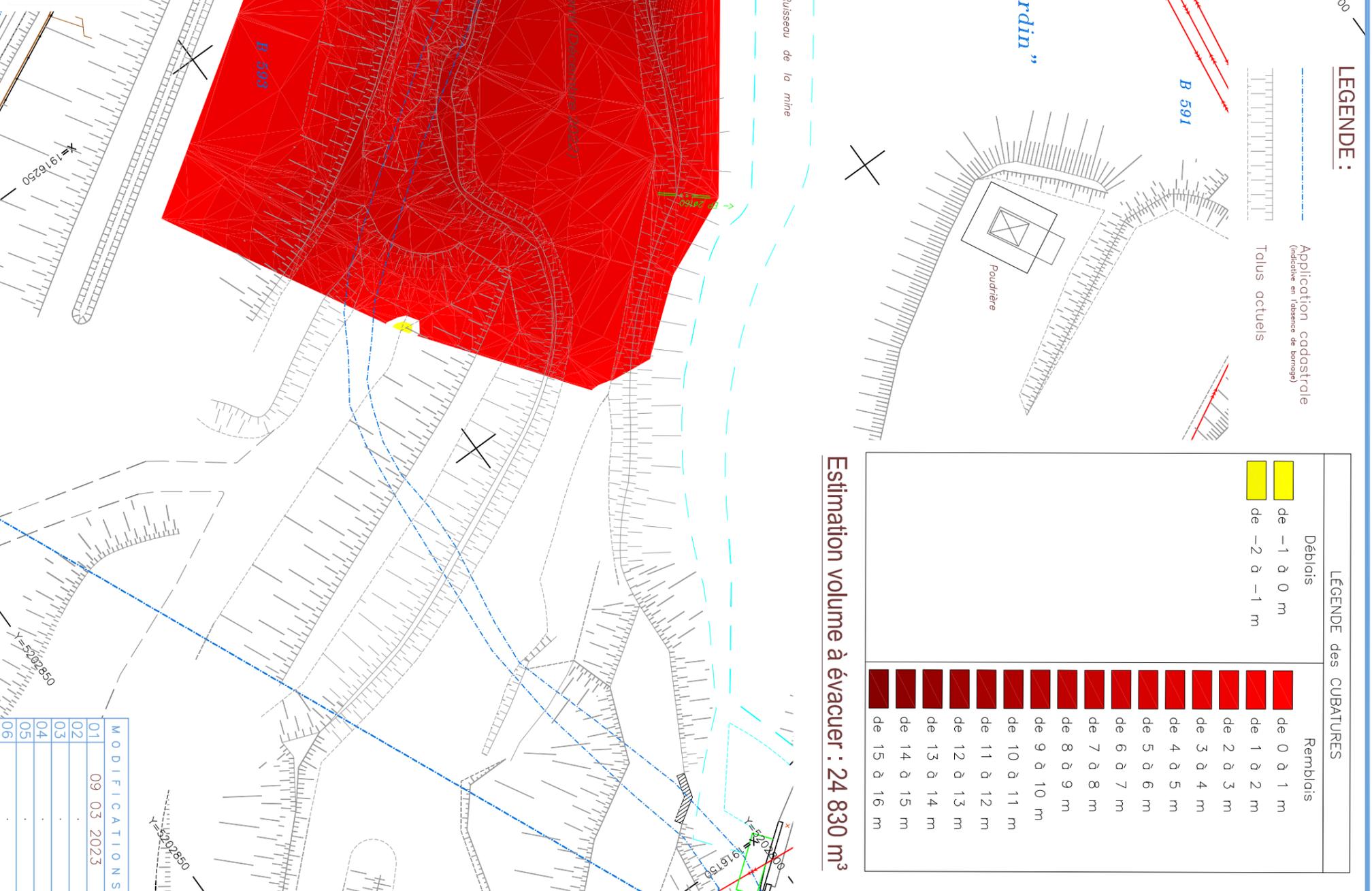
REFERENCE

117 025 10 01



Dressé par Pascal OLM  
Géomètre-Expert Foncier Ingénieur E.S.G.T.  
11, Rue Lafayettré - Tél : 04.50.48.23.11  
01 200 - BELLEGARDE sur Valsérhône  
E-mail : cabinet@olm.geometre-expert@wanadoo.fr

REPRODUCTION RESERVEE



## MODIFICATIONS

01	09 03 2023
02	.
03	.
04	.
05	.
06	.

# CORBONOD (Ain)

Lieudit : "Champ Bernardin" – "Champ du clos"

Société des Mines d'Orbagnoux

## PLAN D'ETAT DES LIEUX

Echelle 1/500

Calculs des Cubatures entre 2021 & 2022

### LEGENDE :

LEGENDE des CUBATURES	
Déblais	Remblais
de -0,5 à 0,0 m	de 0,0 à 0,5 m
de -1,0 à -0,5 m	de 0,5 à 1,0 m
de -1,5 à -1,0 m	de 1,0 à 1,5 m
de -2,0 à -1,5 m	de 1,5 à 2,0 m
de -2,5 à -2,0 m	de 2,0 à 2,5 m
	de 2,5 à 3,0 m
	de 3,0 à 3,5 m
	de 3,5 à 4,0 m
	de 4,0 à 4,5 m
	de 4,5 à 5,0 m
	de 5,0 à 5,5 m

Total Remblai : 1210 m<sup>3</sup>  
Total Déblais : 260 m<sup>3</sup>



### NOTA :

Système planimétrique rattaché au système RGF 93 (CC46) par GPS Teria.  
Système altimétrique rattaché au système Usine.  
Cadastré issu des feuilles 1,2 & 3 de la section B.  
Le fond de plan reprend le plan d'ensemble 113-130-01-04 (Réf: dossier:113-130) dressé par Pascal OLM, Géomètre-Expert à Valservhône (Bellegarde).  
Mise à jour effectuée le 20 Décembre 2022.  
Les différences de Cubatures ont été calculées entre le lever du terril de 2021 et la mise à jour effectuée en 2022

D A T E	21 12 2022
REFERENCE	117 025 09 00



Dressé par Pascal OLM  
Géomètre-Expert Foncier Ingénieur E.S.G.T.  
11, Rue Lafayette - Tél : 04.50.48.23.11  
01 200 - BELLEGARDE sur Valservhône  
E-mail : cabinet.olm@geometre-expert-wanadoo.fr

REPRODUCTION RESERVEE



MODIFICATIONS	
01	.
02	.
03	.
04	.
05	.
06	.

# CORBONOD (Ain)

Lieudit : "Champ Bernardin" – "Champ du clos"

Société des Mines d'Orbagnoux

## PLAN D'ETAT DES LIEUX

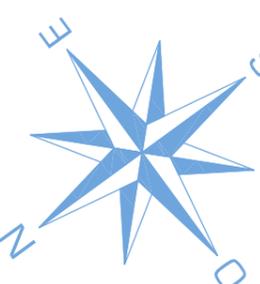
Echelle 1/500

Calculs des Cubatures entre 2020 & 2021

### LEGENDE :

Application cadastrale  
(indicative en l'absence de bornage)

Talus actuels

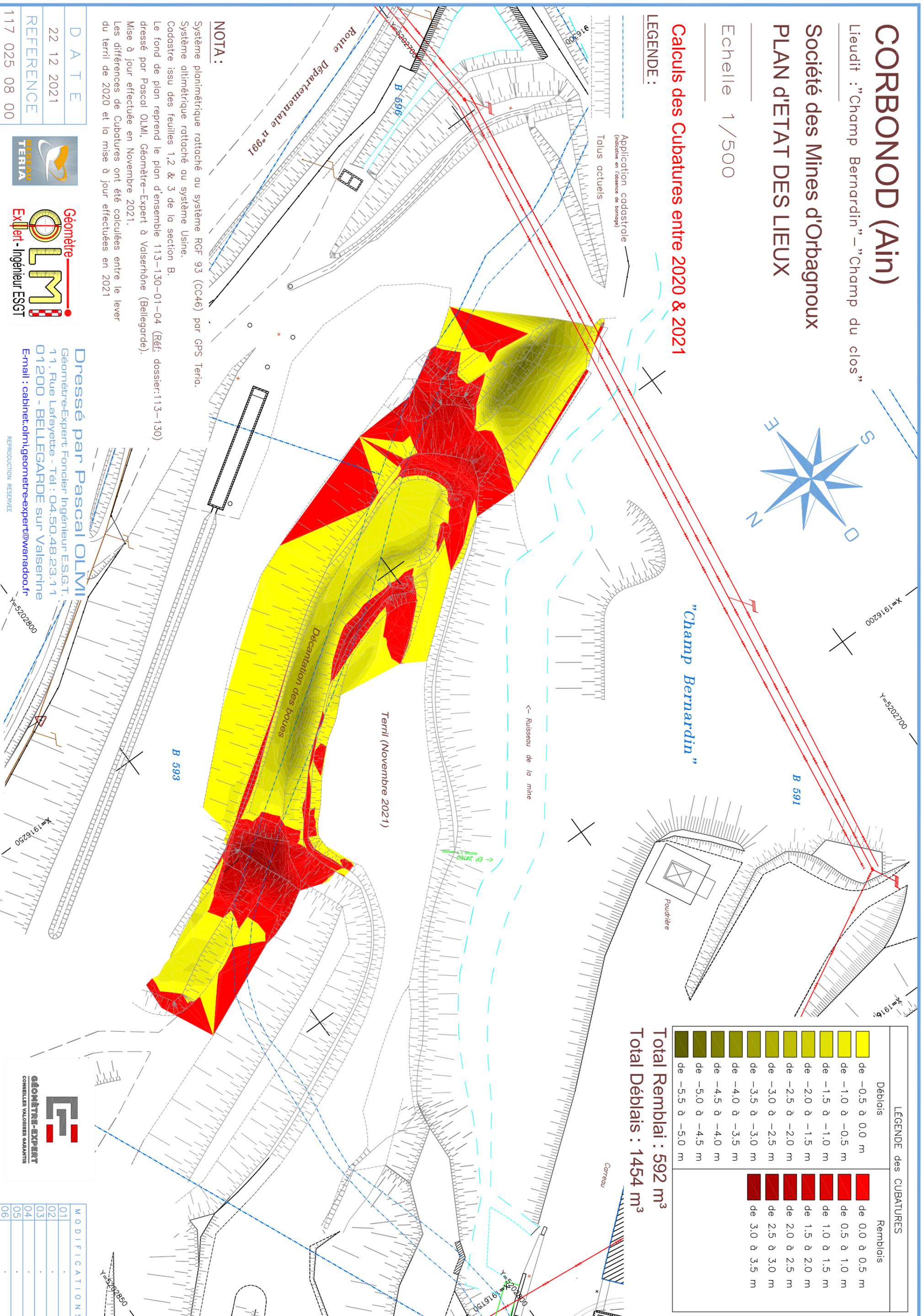


"Champ Bernardin"

LÉGENDE des CUBATURES	
Déblais	Remblais
de -0.5 à 0.0 m	de 0.0 à 0.5 m
de -1.0 à -0.5 m	de 0.5 à 1.0 m
de -1.5 à -1.0 m	de 1.0 à 1.5 m
de -2.0 à -1.5 m	de 1.5 à 2.0 m
de -2.5 à -2.0 m	de 2.0 à 2.5 m
de -3.0 à -2.5 m	de 2.5 à 3.0 m
de -3.5 à -3.0 m	de 3.0 à 3.5 m
de -4.0 à -3.5 m	
de -4.5 à -4.0 m	
de -5.0 à -4.5 m	
de -5.5 à -5.0 m	

Total Remblai : 592 m<sup>3</sup>

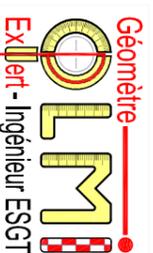
Total Déblais : 1454 m<sup>3</sup>



### NOTA :

Système planimétrique rattaché au système RGF 93 (CC46) par GPS Teria.  
Système altimétrique rattaché au système Usine.  
Cadastré issu des feuilles 1,2 & 3 de la section B.  
Le fond de plan reprend le plan d'ensemble 113-130-01-04 (Réf: dossier:113-130)  
dressé par Pascal OLM, Géomètre-Expert à Valserhône (Bellegarde).  
Mise à jour effectuée en Novembre 2021.  
Les différences de Cubatures ont été calculées entre le lever  
du terril de 2020 et la mise à jour effectuées en 2021

D A T E	22 12 2021
REFERENCE	117 025 08 00



Dressé par Pascal OLM  
Géomètre-Expert Foncier Ingénieur E.S.G.T.  
11, Rue Lafayette - Tél : 04.50.48.23.11  
01 200 - BELLEGARDE sur Valserhône  
Email : cabinet.olm@geometre-expert.wanadoo.fr

REPRODUCTION RESERVEE



MODIFICATIONS	
01	.
02	.
03	.
04	.
05	.
06	.

# CORBONOD (Ain)

Lieudit : "Champ Bernardin" – "Champ du clos"

Société des Mines d'Orbagnoux

## PLAN D'ETAT DES LIEUX

Echelle 1/500

Calculs des Cubatures entre 2017 & 2020

### LEGENDE :

Application cadastrale  
(indicative en l'absence de bornage)

Talus actuels

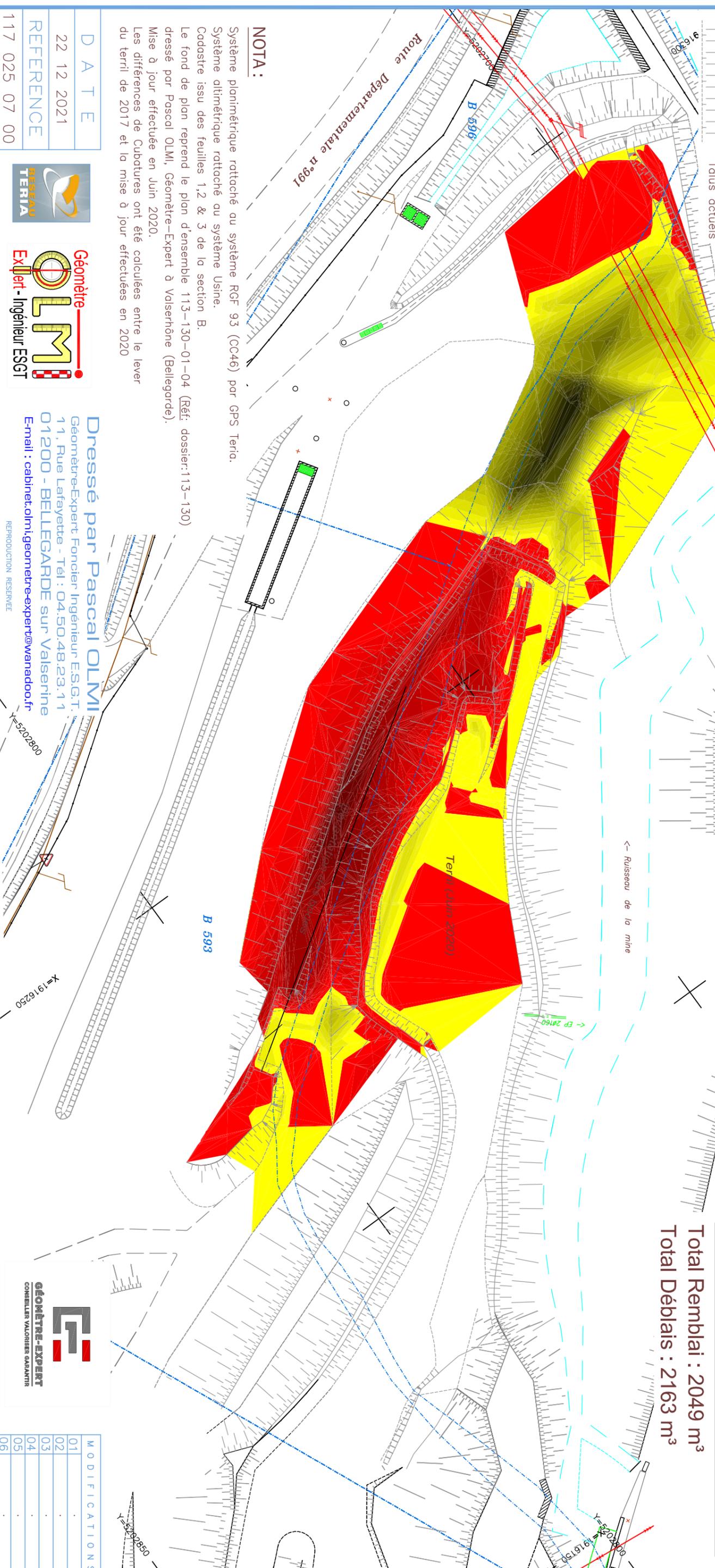


"Champ Bernardin"

LEGENDE des CUBATURES	
Déblais	Remblais
de -0.5 à 0.0 m	de 0.0 à 0.5 m
de -1.0 à -0.5 m	de 0.5 à 1.0 m
de -1.5 à -1.0 m	de 1.0 à 1.5 m
de -2.0 à -1.5 m	de 1.5 à 2.0 m
de -2.5 à -2.0 m	de 2.0 à 2.5 m
de -3.0 à -2.5 m	de 2.5 à 3.0 m
de -3.5 à -3.0 m	de 3.0 à 3.5 m
de -4.0 à -3.5 m	de 3.5 à 4.0 m
de -4.5 à -4.0 m	de 4.0 à 4.5 m
de -5.0 à -4.5 m	de 4.5 à 5.0 m
de -5.5 à -5.0 m	de 5.0 à 5.5 m
de -6.0 à -5.5 m	
de -6.5 à -6.0 m	
de -7.0 à -6.5 m	
de -7.5 à -7.0 m	

Total Remblai : 2049 m<sup>3</sup>

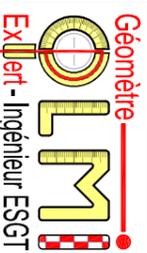
Total Déblais : 2163 m<sup>3</sup>



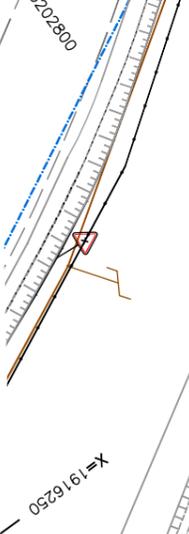
### NOTA :

Système planimétrique rattaché au système RGF 93 (CC46) par GPS Teria.  
Système altimétrique rattaché au système Usine.  
Cadastré issu des feuilles 1,2 & 3 de la section B.  
Le fond de plan reprend le plan d'ensemble 113-130-01-04 (Réf: dossier:113-130)  
dressé par Pascal OLM, Géomètre-Expert à Valservhône (Bellegarde).  
Mise à jour effectuée en Juin 2020.  
Les différences de Cubatures ont été calculées entre le lever  
du terril de 2017 et la mise à jour effectuées en 2020

D A T E	22 12 2021
REFERENCE	117 025 07 00



Dressé par Pascal OLM  
Géomètre-Expert Foncier Ingénieur E.S.G.T.  
11, Rue Lafayette - Tél : 04.50.48.23.11  
01200 - BELLEGARDE sur Valservhône  
E-mail : cabinet.olm@geometre-expert@wanadoo.fr



MODIFICATIONS	
01	.
02	.
03	.
04	.
05	.
06	.

**ANNEXE 7 : NOTE GÉOTECHNIQUE SUR LA FAISABILITÉ DU STOCKAGE  
DES STÉRILES EN SOUTERRAIN**

---



16 décembre 2022

Mines d'Orbagnoux

EXTENSION DE LA MINE D'ORBAGNOUX

# FAISABILITÉ DU STOCKAGE DES STÉRILES EN SOUTERRAIN



**BG Ingénieurs Conseils SAS**

13 rue des Emeraudes - F-69006 Lyon

Siège social: Immeuble METROSUD, 1, bd Hippolyte Marques - 94200 Ivry sur Seine - SAS au capital de 1 516 800 €

RCS Lyon - SIRET 303.559.249.00121 - Code APE 7112B

T +33 4 72 56 36 00 – F +33 4 72 56 36 01 – lyon@bg-21.com – www.bg-21.com

FR 493 035 592 49 TVA

■ INGENIOUS SOLUTIONS



EXTENSION DE LA MINE D'ORBAGNOUX

# FAISABILITÉ DU STOCKAGE DES STÉRILES EN SOUTERRAIN

---

VERSION	-	a	b
DOCUMENT	_____		
DATE	16 décembre 2022		
ELABORATION	G. Depauw		
VISA	F. Martin		
COLLABORATION	_____		
DISTRIBUTION	M. Collin (Mines d'Orbagnoux)		



## FAISABILITÉ DU STOCKAGE DES STÉRILES EN SOUTERRAIN

<b>TABLE DES MATIÈRES</b>		Page
<b>1.</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Documents antérieurs</b>	<b>1</b>
<b>3.</b>	<b>Stériles de la mine d'Orbagnoux</b>	<b>1</b>
<b>4.</b>	<b>Options de stockage et valorisation</b>	<b>2</b>
4.1	Stockage en terril extérieur sur site	2
4.2	Valorisation en sous-couche routière	2
4.3	Stockage en site d'enfouissement	2
4.4	Valorisation en cimenterie	2
4.5	Stockage en souterrain	2
<b>5.</b>	<b>Visite du site</b>	<b>3</b>
5.1	Conditions géotechniques	3
5.2	Venues d'eau	4
<b>6.</b>	<b>Solution technique de stockage en souterrain</b>	<b>5</b>
6.1	Localisation et accès	5
6.2	Type de transport des stériles	6
6.2.1	Transport des stériles par voie humide	6
6.2.2	Transport des stériles par voie sèche	6
6.3	Sécurisation des toits et piliers	6
6.4	Aérage	6
6.5	Remontée des stériles en souterrain	7
6.5.1	Wagonnets et plateforme élévatrice	7
6.5.2	Élévateur à godet ou convoyeur grand angle (HAC)	8
6.6	Galerie d'accès principale	8
6.7	Préparation des chambres	9
6.8	Remplissage des chambres	9
<b>7.</b>	<b>Postes de dépenses</b>	<b>10</b>
<b>8.</b>	<b>Conclusions et recommandations</b>	<b>10</b>

## 1. Introduction

La société des mines d'Orbagnoux extrait un calcaire bitumineux fournissant une huile pharmaceutique pour le traitement des troubles dermatologiques. La mine extrait en moyenne 1500 tonnes de minerais par an pour une production de 100 m<sup>3</sup> d'huile environ. La société qui a un chiffre d'affaires annuel de l'ordre de 700.000 euros emploie actuellement 4 salariés. Une demande d'extension de l'exploitation vers le Nord pour une durée de 20 ans est en cours.

BG Ingénieurs Conseils (BG) a été mandaté par la société des Mines d'Orbagnoux, suite à une demande de la DREAL, pour étudier la faisabilité technique d'un stockage en souterrain des nouveaux stériles à produire. Les résidus stériles sont actuellement stockés sur site, formant un terril à flanc de colline.

L'étude de faisabilité est l'objet du présent rapport. BG a réalisé une visite du site et une réunion d'échange avec l'exploitant le 22 novembre 2022.

## 2. Documents antérieurs

- [1] Analyse géotechnique du projet d'exploitation du panneau Nord. École Nationale Supérieure des Mines de Paris (Jacques Fine). Septembre 2001. 25 pages.
- [2] Quartier Nord – Actualisation de l'analyse géotechnique. École Nationale Supérieure des Mines de Paris (Jacques Fine). Avril 2014. 17 pages.
- [3] Demande de prolongation de concession minière au titre du code minier. Concession d'Orbagnoux. Dossier R 10 01 5119-7. ENCEM. Décembre 2016. 147 pages.
- [4] Valorisation en technique routière ou équivalente des résidus de traitement du minerai de la mine d'Orbagnoux. ENCEM. Novembre 2018. 130 pages.
- [5] Avis Géotechnique. Demande d'autorisation d'ouverture de travaux miniers pour la poursuite et l'extension des travaux existants. BG Ingénieurs Conseils. Septembre 2022. 10 pages.

## 3. Stériles de la mine d'Orbagnoux

Les stériles miniers sont le résultat de la pyrogénéation à 450°C du calcaire bitumineux lors du processus d'extraction de l'huile. Ils sont de couleur gris clair à gris foncé lorsqu'ils sont humides. La granulométrie est proche d'un granulats 0-31.5, avec cependant une part importante de fines. Le matériau matelasse fortement en présence d'eau et récupère une bonne portance et cohésion en séchant. Selon l'exploitant et l'étude [4], ces stériles miniers sont classés non inertes et non dangereux. Les analyses chimiques consultées montrent des dépassements des seuils pour le Molybdène et le Fluorure [4].



Figure 1 : Stériles de la mine d'Orbagnoux, actuellement stockés en extérieur sur site.

## 4. Options de stockage et valorisation

Plusieurs options de stockage en extérieur ou d'évacuation des déchets miniers existent, elles sont décrites brièvement ci-dessous.

### 4.1 Stockage en terril extérieur sur site

C'est la solution actuelle. Les eaux de ruissèlement sont collectées dans des fossés puis dans un bassin avant rejet. Des analyses d'eau sont réalisées périodiquement.

Une extension du stockage sur site est possible en partie haute du foncier de la mine, moyennant une étude environnementale et géotechnique de la nouvelle zone.

### 4.2 Valorisation en sous-couche routière

Une étude de valorisation des résidus miniers d'Orbagnoux [4] a démontré la possibilité de réutilisation en sous-couche routière des stériles stockés sur site.

La demande est cependant faible dans la région. Il serait éventuellement possible de développer la prospection commerciale, mais il restera difficile de sécuriser des contrats de valorisation avec un engagement à long terme sur ce type de marché.

### 4.3 Stockage en site d'enfouissement

L'enfouissement de ces déchets inertes non dangereux n'est pas possible dans les carrières environnantes ISDI classées K3 (à cause des dépassements des seuils molybdène et fluorure), ou K3+ (dépassements supérieurs à 3 fois les seuils).

L'enfouissement est possible en décharge de classe 2 (ordures ménagère et assimilé).

### 4.4 Valorisation en cimenterie

Une option qui reste à étudier et chiffrer en comparaison à l'enfouissement est la valorisation en cimenterie comme matière première pour la production de ciment. Des contacts ont été initiés avec la cimenterie Vicat de Montalieu.

### 4.5 Stockage en souterrain

L'objet de la présente étude est la faisabilité technique de l'option du stockage en souterrain. Ce stockage est envisagé dans l'ancien quartier, au Sud de la galerie d'accès principale, en parallèle de la production qui se poursuivra au Nord. L'exploitation du quartier Sud est terminée depuis plusieurs décennies mais il reste accessible, notamment pour le suivi des venues d'eau souterraines.



Figure 2 : Plan de principe du remblaiement dans le quartier Sud.

## 5. Visite du site

Une visite du quartier Sud a été réalisée le 22/11/2022 par BG. Elle a permis d'inspecter l'état géotechnique de la zone de stockage pressentie ainsi que les venues d'eau. Le jour de la visite, suite aux précipitations récentes, la cote du caniveau d'évacuation était proche mais en dessous du niveau maximal qui interdit l'accès à la mine. Cette situation proche de la limite administrative d'accès a permis d'apprécier l'intensité des venues d'eau que peut connaître la mine.

La visite a porté sur la galerie à 450 mNGF, la base des premières chambres (partiellement fermées) et la galerie à 490 mNGF, jusqu'à la venue d'eau à son extrémité Sud.

### 5.1 Conditions géotechniques

Les piliers des vieux vides sont en bon état général. Ils ne montrent pas de signes de sur-sollicitations et de vieillissement anticipé sauf localement au niveau des recoupes (déconfinement superficiel).

Les toits des chambres sont stables, on ne note pas de chutes importantes et de cloches de remontée en voûte. La stabilité générale est donc assurée. Cependant, la nature finement litée du gisement engendre la formation de plaques de quelques centimètres d'épaisseur qui peuvent se détacher du toit parfois sur plusieurs mètres carrés. La stabilité locale est donc compromise. Ces petites chutes ne remettent absolument pas en cause la stabilité d'ensemble des toits, mais sont suffisantes pour menacer gravement la sécurité des travailleurs en cas de travaux dans cette zone. Dans l'hypothèse d'un accès futur pour le remblaiement, il serait donc nécessaire de sécuriser tous les toits des chambres concernées, avant le début des travaux.

En comparaison, dans le secteur Nord en exploitation, la zone de travail des mineurs est peu exposée à la chute de plaques car elle se réduit à quelques mètres carrés entre le minerai abattu occupant la

base de la chambre et le front de taille au-dessus. La chambre d'abattage montante depuis le niveau 450 est donc progressivement purgée à chaque nouvelle volée puis recouverte de minerai, le toit n'est de nouveau exposé qu'au soutirage du minerai, sans personnel exposé.



Figure 3 : Plaques tombées ou prêtes à chuter, sur des surfaces de plusieurs mètres carrés

## 5.2 Venues d'eau

Une importante venue d'eau débouche à l'extrémité Sud de la galerie 490 (Figure 4). Cette venue est issue d'une faille rencontrée à l'avancement de l'ancienne exploitation. Elle a contraint à stopper l'excavation vers le Sud. La venue d'eau est pérenne mais son débit varie avec les précipitations.

Il ne serait pas souhaitable de tenter de stopper cette venue d'eau, car le massif se mettrait en charge et le niveau de la nappe remonterait, entraînant une modification de l'état hydro-géotechnique des terrains et une mise en communication avec les failles et fractures rencontrées dans les chambres plus haut ou plus à l'Est (nouvelles venues d'eau). Son évacuation via la galerie 450 doit donc être maintenue en cas de projet de remblaiement.

De plus, du ruissellement d'eau à faible débit a aussi été observé dans les chambres à proximité de l'entrée du quartier Sud (Figure 4). Ce ruissèlement rejoint la galerie 450 et le canal d'évacuation principal. Pour les mêmes raisons de mise en charge et de débordement vers les chambres adjacentes, ce ruissèlement à faible débit mais continu, ne doit pas être bloqué dans les chambres. Il se pose de plus la question d'une potentielle lixiviation des stériles stockés.



Figure 4 : Venue d'eau à l'extrémité du quartier Sud. Ruissellement d'eau à la base d'une chambre.

## 6. Solution technique de stockage en souterrain

Les critères privilégiés pour définir une solution optimale de stockage en souterrain sont la robustesse, la simplicité/flexibilité d'utilisation, la sécurité du personnel, le coût d'installation et le coût d'exploitation. Au vu des volumes en jeu, les cadences sont secondaires.

### 6.1 Localisation et accès

L'accès par le haut, via la piste forestière puis les galeries au niveaux 570 mNGF et 520 mNGF, est rapidement exclu. Cette option nécessiterait le passage par une zone habitée par des chiroptères, sous surveillance environnementale, et par la galerie de ventilation, servant aussi d'issue de secours et avec un gabarit très réduit. L'accès privilégié est donc la galerie d'accès principal horizontal à 450 mNGF, la même galerie que pour la production.

Afin de ne pas interférer avec l'exploitation en cours et minimiser le transport horizontal et vertical, le stockage est envisagé dans le quartier Sud à proximité de la galerie d'accès principale.

Le stockage dans le quartier Nord n'a pas été retenu pour les raisons suivantes :

- Interférences avec la galerie 450 de production et le circuit d'aéragé primaire.
- Présence de failles qui a conduit à des chambres plus courtes et de géométrie irrégulière.

Dans le quartier Sud il est possible de remblayer sept demi-chambres à proximité de la galerie d'accès. La présence d'une galerie transversale rectiligne à mi-hauteur des chambres au niveau 490 facilite la possibilité d'une communication et d'un transport à l'horizontal et évite la remontée des matériaux jusqu'au niveau 520.

L'ordre de grandeur du volume de stockage des sept premières demi-chambres doit permettre de stocker les 1500 tonnes par an de stériles produits sur 20 ans, durée de la concession (à préciser avec un relevé topographique, le foisonnement et l'efficacité du remplissage en gravitaire). Une fois ces

premières demi-chambres pleines, le remblaiement pourrait éventuellement se poursuivre vers le Sud, ou dans les demi-chambres supérieures.

Les chambres les plus au Sud, à proximité de la venue d'eau souterraine, ne devront pas être remblayées, afin de laisser le passage libre à l'eau et permettre l'aérage. De même, la galerie 450 Sud doit rester libre pour permettre le drainage des eaux vers la galerie d'accès et l'extérieur.

## **6.2 Type de transport des stériles**

### **6.2.1 Transport des stériles par voie humide**

Le remblaiement hydraulique consiste à pomper un mélange liant/stérile depuis la surface jusqu'au fond. Cette option mais elle n'est probablement pas la plus économique (prix du ciment et des installations). Elle pose de nombreux défis lorsqu'il y a des hauteurs importantes à remplir (pressions et étanchéité des barrages/serrements).

Par ailleurs la granulométrie 0/31,5 du stérile pourrait nécessiter de grosses installations de concassage, malaxage, pompage et des conduites qui nécessiteront probablement un coût d'investissement lourd au regard des faibles quantités à remblayer.

Ce n'est donc pas cette option qui a été choisie dans cette étude.

### **6.2.2 Transport des stériles par voie sèche**

Les stériles, tels que visibles à l'extérieur de la mine (Figure 1), sont simplement transportés par voie sèche par l'intermédiaire de wagonnets ou d'un convoyeur via l'accès principal et jusqu'au chambres de stockage. Des reprises en surface et au fond sont à prévoir.

C'est cette option qui a été retenue et sera détaillée dans les paragraphes suivants.

## **6.3 Sécurisation des toits et piliers**

Les premiers travaux à réaliser avant toute installation de remblaiement sont la purge et le confortement des toits et des piliers (Figure 3). Vu les dimensions et pentes des galeries et chambres, il n'est pas possible d'utiliser des engins classiques. Elle devra donc se faire comme pour l'exploitation, entièrement à l'aide d'outils manuels et en aménageant des cheminements adaptés sur la surface lisse des chambres.

La sécurisation implique à minima la purge des toits et des surfaces de pilier surplombant les zones circulées par des piétons, ce qui correspond plus ou moins au futur circuit d'aérage (Figure 2). Pour les zones de cheminement seules, cela représente une longueur de l'ordre de 250 m et une surface de l'ordre de 1000 m<sup>2</sup>. Cette opération délicate est un défi technique dans des chambres vides, avec des toits de 4 m de hauteur, et inclinées à 40°.

Il faudra de plus protéger le cheminement à 490 mNGF, du potentiel futur glissement de pierres qui chuteraient depuis l'amont, et du risque de chute du personnel vers l'aval, avec des dispositifs adaptés.

Sur avis d'un géotechnicien la purge pourra s'accompagner par endroit de l'installation de boulons courts, de l'ordre de 2m, plaquant un filet, grillage ou treillis soudé au toit. Ce soutènement permettra de retenir les plaques et de protéger le personnel.

## **6.4 Aérage**

En cas de travaux dans le quartier Sud, un circuit d'aérage efficace devra être recréé le long des cheminements piétons et des zones de travail (Figure 2). Ce circuit nécessite la réalisation d'une quinzaine de cloisons en dur ou bâche, entre 20 et 30 m<sup>2</sup> chacune, afin de guider l'air et isoler les chambres adjacentes.

L'entrée d'air se fera par la galerie d'accès horizontale. Une première circulation remontant directement la chambre montant à l'axe. Une seconde passant par la galerie 450, remontera à l'extrémité Sud des chambres de stockage pour rejoindre la première par la galerie 490. L'évacuation rattrapera ensuite le circuit retour du quartier Nord, remontant vers le niveau 570 mNGF.

Cette nouvelle boucle nécessitera probablement l'ajout de matériel de ventilation dans le quartier Sud, et l'augmentation des débits d'air au niveau des galeries uniques d'entrée (450 mNGF) et sortie de la mine (570 mNGF), du fait du cumul avec la ventilation du quartier Nord en exploitation.

### 6.5 Remontée des stériles en souterrain

Il est envisagé la remontée des matériaux de 450 mNGF à 490 mNGF par l'ancienne chambre 1S située dans l'axe de la galerie d'accès (Figure 2). Deux solutions techniques sont envisageables :

- Transfert par wagonnets et plateforme élévatrice ;
- Transfert par élévateur à godets ou par convoyeur grand angle (HAC).

#### 6.5.1 Wagonnets et plateforme élévatrice

Cette solution technique est basée sur la réutilisation des wagonnets existants qui seront remontés par un ascenseur sur rails, hissé à l'aide d'un treuil. Cette solution permet une continuité dans l'utilisation du matériel de transport, et des technologies peu coûteuses, peu soumises aux pannes et problème d'approvisionnement en pièces détachées.

L'ascenseur serait strictement réservé au transport de matériel, le personnel empruntant un escalier parallèle. L'ascenseur pourra être équipé d'un système de retenue en cas de rupture du câble principal. Le plateau de l'ascenseur qui est incliné par rapport aux rails, reste horizontal.

La rupture de pente au niveau des recettes nécessite la création d'une petite fosse à la base de la chambre de remontée pour que le plateau arrive au niveau du sol de la galerie d'accès (Figure 8). Le plateau est équipé d'un système permettant la rotation à 90° des wagonnets. La fosse accumulera l'eau de ruissellement et nécessitera un pompage en continu pour le rejet dans le canal d'évacuation à vers l'extérieur.

Au niveau 490, il est nécessaire d'aménager la galerie transversale existante. Elle permet actuellement le passage à pied sur un monticule de remblais. Une plateforme nivelée en béton et ancrée dans la roche doit être construite en lieu et place, afin de supporter les rails et wagonnets pour l'acheminement au droit des différents chambres de stockage.



Figure 5 : Dispositifs de rotation et basculement des wagonnets, existants en extérieur à Orbagnoux.

### 6.5.2 Élévateur à godet ou convoyeur grand angle (HAC)

Une solution alternative aux wagonnets serait l'utilisation d'un élévateur à chaîne et godets ou d'un convoyeur grand angle (High Angle Conveyor HAC).

Un système de godet et treuil à câble simplifié est actuellement utilisé dans la mine d'Orbagnoux pour aider à la descente du minerai dans les chambres inclinées. La remontée du stérile, même s'il a une granulométrie plus fine, nécessitera un système plus robuste.



Figure 6 : Exemple d'élévateurs à godets et convoyeur grand angle (HAC)

Ces élévateurs ont des cadences importantes et sont couramment employés dans des mines à ciel ouvert ou pour la remontée de matériaux via un puits. Cependant ils constituent un investissement initial important et des travaux d'installation conséquents. Le changement de méthode de transport nécessite des opérations de reprises supplémentaires au pied et au milieu de la chambre 1S de transfert.

### 6.6 Galerie d'accès principale

Pour l'acheminement le long de la galerie d'accès principale longue de 700 m, la solution d'un convoyeur réversible, utilisable pour la production et le remblaiement, a rapidement été écarté pour les raisons suivantes :

- Espace restreint laissant craindre une infaisabilité pour le passage d'un convoyeur, d'un passage piéton et du ruisseau de drainage.
- Sensibilité du matériel et de l'alimentation électrique aux montées d'eaux hivernales.
- Difficultés techniques liées à la reprise et à la rupture de pente lors du transfert vers les chambres.
- Prix élevé de ce type d'installation, de la maintenance et risque élevé de pannes.

L'option privilégiée est la poursuite de l'utilisation du train à wagonnets actuel. Il est en effet essentiel de trouver un système de transfert des matériaux efficace qui nécessite un minimum de reprise et de personnel.



Figure 7 : Locomotive et wagonnets actuellement utilisés pour la production.

### 6.7 Préparation des chambres

Le stockage dans des chambres inclinées à 40° et la conservation en l'état de la galerie 450 Sud pour l'évacuation des eaux et l'aérage, nécessite l'obturation de la base des chambres de stockage. L'obturation doit permettre de supporter le poids de 50 m des stériles et être durable dans le temps, insensible à la corrosion et au pourrissement. Il est donc proposé des serrements en béton d'une épaisseur de plusieurs mètres. Ces serrements devront être équipés d'un drain traversant, permettant l'évacuation de l'eau de ruissèlement des chambres vers la galerie 450.

Les serrements pourront être réalisés depuis la galerie 450 en plusieurs coulages et nécessiteront la réalisation de coffrages. Le volume de béton est estimé entre 15 et 20 m<sup>3</sup> par serrement, soit 2 à 3 toupies. Le quartier Sud est distant d'environ 700 m de la surface suivant la galerie d'accès horizontale, qui mesure de l'ordre de 2 m de diamètre, écartant la possibilité de circulation d'engins de bétonnage classiques (même rabaissés). Il sera alors nécessaire de mettre au point un système de transfert du béton par pompage ou dans les wagonnets puis de reprise en souterrain.

### 6.8 Remplissage des chambres

Il serait prévu de basculer les wagonnet et déverser les matériaux depuis la galerie transversale 490, avec un remplissage des chambres en gravitaire. L'installation de tôles métalliques en partie centrale permettrait de faciliter le glissement des matériaux vers l'aval (procédé employé précédemment pour le minéral).

En gravitaire, le remplissage des chambres ne sera pas optimisé, mais le nombre de chambres disponibles est suffisant pour permettre de contenir tous les stériles restant à produire.

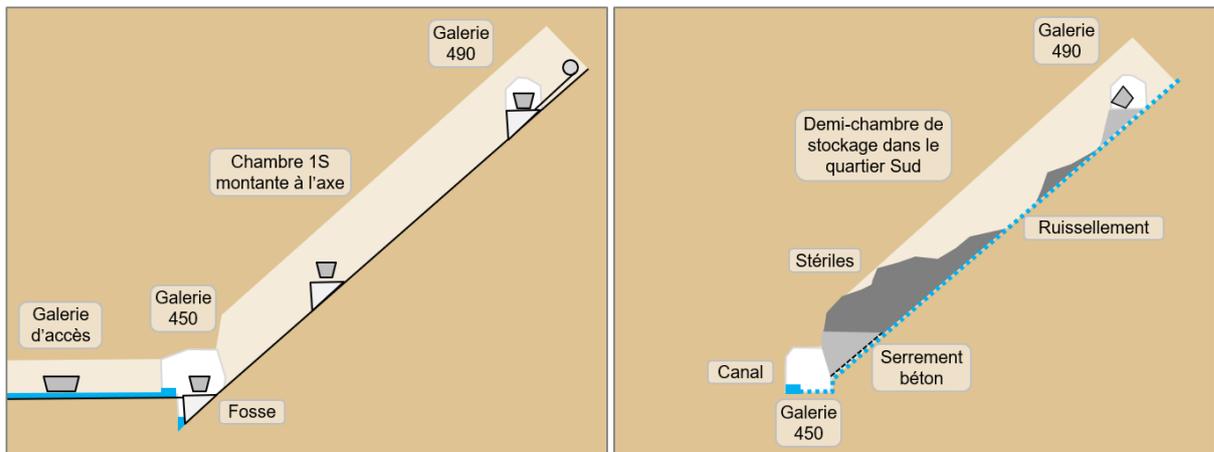


Figure 8 : Schéma de principe de la remontée et du déversement des stériles pour le stockage souterrain.

## 7. Postes de dépenses

Le coût de la mise en place et de la gestion d'un stockage en souterrain implique des travaux lourds et des postes de dépenses importants comparés au chiffre d'affaires de la mine, parmi lesquels :

- Investissements initiaux :
  - Travaux de sécurisation des toits : aménagement de plateformes de travail, purge et pose de boulons/grillage si nécessaire.
  - Matériel de ventilation et barrières d'aération.
  - Génie civil de la gare de recette. Creusement et génie civil de la fosse ascenseur ou élévateur à godets dans la chambre 1S.
  - Matériel et génie civil de l'ascenseur ou de l'élévateur à godets
  - Matériel et génie civil de la galerie transversale (plateforme béton ancrée, rails, dispositifs de rotation/bascule, dispositifs de protection collective contre la chute de pierre...).
  - Serrements en béton.
- Dépenses de fonctionnement et maintenance :
  - Ventilation du quartier Sud
  - Pompage de l'eau de la fosse dans la chambre 1S
  - Treuillage de l'ascenseur ou de l'élévateur
  - Éclairage du quartier Sud

## 8. Conclusions et recommandations

La visite de site et l'étude de faisabilité ont permis d'aboutir à une solution de remblaiement apparaissant la mieux adaptée techniquement au contexte : réutilisation des wagonnets existant, remontée à l'aide d'un ascenseur à câble incliné ou par un élévateur à godets, et enfin déversement dans les premières demi-chambres via une galerie transversale. Les chambres sont obturées à la base par un serrement en béton, avec un drainage.

L'inspection des vieux vides au Sud a cependant permis de relever les points suivants :

- La stabilité globale est satisfaisante, conforme aux études géotechniques. Aucun signe de vieillissement grave n'a été détecté dans les secteurs visités. La stabilité locale n'est par contre pas satisfaisante, avec de nombreuses zones de déconfinement superficielles pouvant générer la chute de plaques au toit ou de blocs en parements de plusieurs dizaines de litres.

En général les instabilités locales peuvent être purgées puis éventuellement renforcées par un soutènement adéquat (grillage, clouage...) pour mettre le personnel de la mine en sécurité. Ces purges et confortements ne pourraient ici être réalisées simplement et l'opération nécessiterait la mise en place de moyens lourds de protection provisoire et la sécurisation, complexe, d'accès intermédiaires. Le travail de purge et de soutènement est d'autant plus compliqué qu'il est réalisé manuellement et dans des chambres pentées à 40°.

- Le second point concerne les venues d'eaux et ruissellements observés. Ils ne peuvent être contenus en souterrain et la solution retenue prévoit un drainage à travers les serrements en béton. Il se pose alors le problème d'une éventuelle lixiviation de certains éléments des stériles, qui seraient entraînés vers le circuit d'évacuation des eaux souterraines, rejetées à la sortie de la mine.

La chimie et les éventuelles réactions des stériles à l'eau ne sont pas le sujet de l'étude, mais vu la configuration du site il faut mentionner qu'il n'a pas été possible de trouver une solution technique évitant le contact des stériles stockés en souterrains avec des circulations d'eau.

- Enfin les défis techniques dans cette mine exiguë, les premières estimations des travaux lourds à entreprendre pour la mise en place de cette option de stockage, et les frais de son fonctionnement, laissent penser que la solution de stockage en souterrain sera très coûteuse à l'échelle de la mine d'Orbagnoux, de l'ordre de plusieurs années de chiffre d'affaires.

En conclusion, bien que techniquement faisable, le projet de remblaiement se heurte à une difficulté majeure : la sécurisation des chambres avant le début des travaux de remblaiement. Cette sécurisation préalable constitue un chantier très lourd, complexe et à risques pour les mineurs purgeurs. La faisabilité vis-à-vis du risque de lixiviation devra par ailleurs être étudiée.

Compte-tenu des volumes en jeu et du risque géotechnique significatif, BG recommande de considérer d'autres options moins risquées pour le personnel.

## **ANNEXE 8 : RAPPORTS D'ANALYSE DE LA QUALITÉ DES EAUX**

---



**SAVOIE  
LABO**

# RAPPORT D'ANALYSE

Accréditation  
N° 1-0618  
PORTEE  
disponible sur  
www.cofrac.fr



Rapport d'analyse Page 1 / 2  
Edité le : 08/04/2022

LES MINES D'ORBAGNOUX

Corbonod  
01420 SEYSSEL

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.

Le COFRAC est signataire de l'accord multilatéral de EA (European cooperation for Accreditation), ILAC (International Laboratory Accreditation Forum) de reconnaissance de l'équivalence des rapports d'analyses.

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.

Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

<b>Identification dossier :</b>	SLA21-21324	<b>Référence contrat :</b>	SLAC18-213 / SLAT18-776
<b>Identification échantillon :</b>	SLA2104-1670-1		
<b>Origine :</b>	MINES D'ORBAGNOUX regard tilleul puit		
<b>Point Client :</b>	EP01		
<b>Département/Commune :</b>	01 / CORBONOD		
<b>Nature :</b>	Eau superficielle		
<b>Prélèvement :</b>	Prélevé le 24/03/2022 à 07h30 Réceptionné le 24/03/2022 à 09h10 Identifié (Origine, Point, Nature), prélevé et mesuré sur le terrain par le client, selon son protocole et son matériel. Flaconnage SAVOIE LABO		

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. (incertitudes établies par le laboratoire et communiquées sur demande).

Ce rapport annule et remplace tout rapport partiel émis précédemment.

Les informations fournies par le client sont de sa seule responsabilité. Le laboratoire n'est pas responsable de la validité des informations transmises.

Date de Début d'analyse 24/03/2022 10:57:05

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Mesures à réception</b>							
Température à réception (indicative)	13	°C	-				
<b>Analyses physicochimiques</b>							
<b>Analyses physicochimiques de base</b>							
Conductivité électrique (corrigée à 25°C par compensation)	452	µS/cm	Conductimétrie	NF EN 27888			#
Demande biochimique en oxygène (DBO5) après 5 jours	5.8	mg/l O2	Potentiométrie (mesure sans dilution)	NF EN 1899-2			#
Demande Chimique en Oxygène (indice ST-DCO)	38	mg/l O2	Spectrophotométrie	ISO 15705			#
Fluorures (*)	1.3	mg/l F-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
Matières en suspension totales	8	mg/l	Gravimétrie après filtration	NF EN 872			#
pH	8.42	Unité pH	Electrochimie	NF EN ISO 10523			#
Potentiel d'oxydoréduction E (Pt//Ag//AgCl) (*)	-58	mV	Electrochimie				
Résidu sec à 180°C (*)	293	mg/l	Gravimétrie	NF T90-029			

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	CONTRAC
Température de mesure du pH	17.8	°C	Electrochimie	NF EN ISO 10523			
<b>Métaux</b>							
Arsenic total	1.62	µg/l As	ICP/MS (après acidification)	NF EN ISO 17294-2			#
Baryum total	27.30	µg/l Ba	ICP/MS (après acidification)	NF EN ISO 17294-2			#
Cuivre total	< 0.5	µg/l Cu	ICP/MS (après acidification)	NF EN ISO 17294-2			#
Molybdène total	55.8	µg/l Mo	ICP/MS (après acidification)	NF EN ISO 17294-2			#
Nickel total	1.2	µg/l Ni	ICP/MS (après acidification)	NF EN ISO 17294-2			#
Sélénium total	5.24	µg/l Se	ICP/MS (après acidification)	NF EN ISO 17294-2			#
<b>Indice Hydrocarbure C10-C40</b>							
Indice hydrocarbures C10-C40	< 0.05	mg/l	GC/FID	NF EN ISO 9377-2			#

Température de l'échantillon à réception supérieure à 8°C : Risque d'évolution des paramètres - Veiller à congeler les pains de glaces au minimum 24h avant la collecte, privilégier le refroidissement de l'échantillon dans un réfrigérateur avant conditionnement en glacière, augmenter le nombre de pains de glaces congelés dans la glacière

Matières en Suspension : Analyse effectuée sur filtre en fibre de verre de marque SARTORIUS

François GENET  
Responsable Laboratoire



Rapport d'analyse Page 1 / 2  
Edité le : 08/04/2022

**CARSO-LSEHL**  
4, avenue Jean Moulin  
69200 VENISSIEUX  
FRANCE

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.

Identification dossier :	SLA21-21324	Référence contrat :	SLAC18-213
Identification échantillon :	SLA2104-1670-1		
NATURE :	Eau superficielle		
ORIGINE :	MINES D'ORBAGNOUX regard tilleul puit		
POINT RNB:	EP01		
COMMUNE :	CORBONOD		
DEPARTEMENT :	01		
PRELEVEMENT :	Prélevé le 24/03/2022 à 07h30 Flaconnage SAVOIE LABO	Receptionné le 24/03/2022	

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Toutes les informations relatives aux conditions de prélèvement ont été transmises par le client.  
Le laboratoire n'est pas responsable de la validité des informations transmises par le client.

Le laboratoire n'est pas responsable de la validité des informations transmises par le client qui sont antérieures à l'heure et la date de prélèvement.

Date de début d'analyse : \_\_\_\_\_ à \_\_\_\_\_

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Analyses physicochimiques</b>							
<i>Analyses physicochimiques de base</i>							
Potentiel d'oxydoréduction E (Pt//Ag//AgCl)	-58	mV	Electrochimie				#
Résidu sec à 180°C	293	mg/l	Gravimétrie	NF T90-029			#
Fluorures ZED002	1.3	mg/l F-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#

ZED002 Fluorure (F) \_ST

Température de l'échantillon à réception supérieure à 8°C : Risque d'évolution des paramètres - Veiller à congeler les pains de glaces au minimum 24h avant la collecte, privilégier le refroidissement de l'échantillon dans un réfrigérateur avant conditionnement en glacière, augmenter le nombre de pains de glaces congelés dans la glacière  
Matières en Suspension : Analyse effectuée sur filtre en fibre de verre de marque SARTORIUS

.../...

CARSO - LSEHL

Rapport d'analyse Page 2 / 2

Edité le : 08/04/2022

Identification échantillon : SLA2104-1670-1

Destinataire : CARSO-LSEHL

—  
—  
—

Bernard CASTAREDE  
Ingénieur de Laboratoire



Rapport d'analyse Page 1 / 2  
Édité le : 04/11/2021

LES MINES D'ORBAGNOUX

Corbonod  
01420 SEYSSEL

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.

Le COFRAC est signataire de l'accord multilatéral de EA (European cooperation for Accreditation), ILAC (International Laboratory Accreditation Forum) de reconnaissance de l'équivalence des rapports d'analyses.

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.

Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

<b>Identification dossier :</b>	SLA20-20021	<b>Référence contrat :</b>	SLAC18-213 / SLAT18-776
<b>Identification échantillon :</b>	SLA2009-8778-1		
<b>Origine :</b>	LES MINES D'ORBAGNOUX BUSE SUR ROUTE 991		
<b>Département/Commune :</b>	01 / CORBONOD		
<b>Nature:</b>	Eau superficielle		
<b>Prélèvement :</b>	- Prélevé le 26/10/2021 à 07h30 Réceptionné le 26/10/2021 à 09h15 Identifié (Origine, Point, Nature), prélevé et mesuré sur le terrain par le client, selon son protocole et son matériel. Flaconnage SAVOIE LABO		

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. (incertitudes établies par le laboratoire et communiquées sur demande).

Ce rapport annule et remplace tout rapport partiel émis précédemment.

Les informations fournies par le client sont de sa seule responsabilité. Le laboratoire n'est pas responsable de la validité des informations transmises.

Date de Début d'analyse 26/10/2021 12:41:40

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Mesures à réception</b>							
Température à réception (indicative)	8	°C	-				
<b>Analyses physicochimiques</b>							
<i>Analyses physicochimiques de base</i>							
Conductivité électrique (corrigée à 25°C par compensation)	390	µS/cm	Conductimétrie	NF EN 27888			#
Demande biochimique en oxygène (DBO5) après 5 jours	0.9	mg/l O2	Potentiométrie (mesure sans dilution)	NF EN 1899-2			#
Demande Chimique en Oxygène (indice ST-DCO)	< 10	mg/l O2	Spectrophotométrie	ISO 15705			#
Fluorures (*)	< 0.05	mg/l F-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
Matières en suspension totales	< 2.0	mg/l	Gravimétrie après filtration	NF EN 872			#
pH	8.03	Unité pH	Electrochimie	NF EN ISO 10523			#
Potentiel d'oxydoréduction E (Pt/Ag//AgCl) (*)	315	mV	Electrochimie				
Résidu sec à 180°C (*)	232.0	mg/l	Gravimétrie	NF T90-029			
Température de mesure du pH	19.0	°C	Electrochimie	NF EN ISO 10523			

.../...

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Métaux</b>							
Arsenic total	< 0.5	µg/l As	ICP/MS (après acidification)	NF EN ISO 17294-2			#
Baryum total	11.30	µg/l Ba	ICP/MS (après acidification)	NF EN ISO 17294-2			#
Cuivre total	1.56	µg/l Cu	ICP/MS (après acidification)	NF EN ISO 17294-2			#
Molybdène total	< 1	µg/l Mo	ICP/MS (après acidification)	NF EN ISO 17294-2			#
Nickel total	< 1	µg/l Ni	ICP/MS (après acidification)	NF EN ISO 17294-2			#
Sélénium total	< 0.5	µg/l Se	ICP/MS (après acidification)	NF EN ISO 17294-2			#
<b>Indice Hydrocarbure C10-C40</b>							
Indice hydrocarbures C10-C40	< 0.05	mg/l	GC/FID	NF EN ISO 9377-2			#

Matières en Suspension : Analyse effectuée sur filtre en fibre de verre de marque SARTORIUS

D.B.O. : Analyse réalisée avec un temps d'incubation de 2 jours à 0-4°C suivi de 5 jours à 20°C (DBO 2+5)

François GENET  
Responsable Laboratoire



Rapport d'analyse Page 1 / 2  
Edité le : 04/11/2021

## CARSO-LSEHL

4, avenue Jean Moulin  
69200 VENISSIEUX  
FRANCE

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.

Identification dossier :	SLA20-20021	Référence contrat :	SLAC18-213
Identification échantillon :	SLA2009-8778-1		
NATURE :	Eau superficielle		
ORIGINE :	LES MINES D'ORBAGNOUX BUSE SUR ROUTE 991		
COMMUNE :	CORBONOD		
DEPARTEMENT :	01		
PRELEVEMENT :	Prélevé le 26/10/2021 à 07h30	Réceptionné le 26/10/2021	
	Flaconnage SAVOIE LABO		

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Toutes les informations relatives aux conditions de prélèvement ont été transmises par le client.

Le laboratoire n'est pas responsable de la validité des informations transmises par le client.

Le laboratoire n'est pas responsable de la validité des informations transmises par le client qui sont antérieures à l'heure et la date de prélèvement.

Date de début d'analyse : \_\_\_\_\_ à \_\_\_\_\_

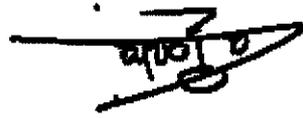
Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Analyses physicochimiques</b>							
<i>Analyses physicochimiques de base</i>							
Potentiel d'oxydoréduction E (Pt//Ag//AgCl)	315	mV	Electrochimie				
Résidu sec à 180°C	232.0	mg/l	Gravimétrie	NF T90-029			#
Fluorures ZED002	< 0.05	mg/l F-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#

ZED002 Fluorure (F) \_ST

Matières en Suspension : Analyse effectuée sur filtre en fibre de verre de marque SARTORIUS

D.B.O. : Analyse réalisée avec un temps d'incubation de 2 jours à 0-4°C suivi de 5 jours à 20°C (DBO 2+5)

.../...



Ingénieur Laboratoire

Maureen LAPORTA

—  
—  
—



**SAVOIE  
LABO**

## RAPPORT D'ANALYSE

Accréditation  
N° 1-0618  
PORTEE  
disponible sur  
www.cofrac.fr



Rapport d'analyse Page 1 / 2  
Edité le : 04/11/2021

LES MINES D'ORBAGNOUX

Corbonod  
01420 SEYSSEL

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.

Le COFRAC est signataire de l'accord multilatéral de EA (European cooperation for Accreditation), ILAC (International Laboratory Accreditation Forum) de reconnaissance de l'équivalence des rapports d'analyses.

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.

Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

<b>Identification dossier :</b>	SLA20-20021	<b>Référence contrat :</b>	SLAC18-213 / SLAT18-776
<b>Identification échantillon :</b>	SLA2009-8779-1		
<b>Origine :</b>	LES MINES D'ORBAGNOUX SORTIE DRAC // SORTIE BAC MINE		
<b>Département/Commune :</b>	01 / CORBONOD		
<b>Nature:</b>	Eau superficielle		
<b>Prélèvement :</b>	Prélevé le 26/10/2021 à 07h30 Réceptionné le 26/10/2021 à 09h15 Identifié (Origine, Point, Nature), prélevé et mesuré sur le terrain par le client, selon son protocole et son matériel. Flaconnage SAVOIE LABO		

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. (incertitudes établies par le laboratoire et communiquées sur demande).  
Ce rapport annule et remplace tout rapport partiel émis précédemment.

Les informations fournies par le client sont de sa seule responsabilité. Le laboratoire n'est pas responsable de la validité des informations transmises.

Date de Début d'analyse 26/10/2021 12:41:41

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Mesures à réception</b>							
Température à réception (indicative)	8	°C	-				
<b>Analyses physicochimiques</b>							
<i>Analyses physicochimiques de base</i>							
Conductivité électrique (corrigée à 25°C par compensation)	383	µS/cm	Conductimétrie	NF EN 27888			#
Demande biochimique en oxygène (DBO5) après 5 jours	1.0	mg/l O2	Potentiométrie (mesure sans dilution)	NF EN 1899-2			#
Demande Chimique en Oxygène (indice ST-DCO)	< 10	mg/l O2	Spectrophotométrie	ISO 15705			#
Fluorures (*)	< 0.05	mg/l F-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
Matières en suspension totales	2	mg/l	Gravimétrie après filtration	NF EN 872			#
pH	8.37	Unité pH	Electrochimie	NF EN ISO 10523			#
Potentiel d'oxydoréduction E (Pt//Ag//AgCl) (*)	313	mV	Electrochimie				
Résidu sec à 180°C (*)	214.0	mg/l	Gravimétrie	NF T90-029			
Température de mesure du pH	19.6	°C	Electrochimie	NF EN ISO 10523			

Edité le : 04/11/2021

Identification échantillon : SLA2009-8779-1

Destinataire : LES MINES D'ORBAGNOUX

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Métaux</b>							
Arsenic total	< 0.5	µg/l As	ICP/MS (après acidification)	NF EN ISO 17294-2			#
Baryum total	12.70	µg/l Ba	ICP/MS (après acidification)	NF EN ISO 17294-2			#
Cuivre total	1.80	µg/l Cu	ICP/MS (après acidification)	NF EN ISO 17294-2			#
Molybdène total	< 1	µg/l Mo	ICP/MS (après acidification)	NF EN ISO 17294-2			#
Nickel total	< 1	µg/l Ni	ICP/MS (après acidification)	NF EN ISO 17294-2			#
Sélénium total	< 0.5	µg/l Se	ICP/MS (après acidification)	NF EN ISO 17294-2			#
<b>Indice Hydrocarbure C10-C40</b>							
Indice hydrocarbures C10-C40	< 0.05	mg/l	GC/FID	NF EN ISO 9377-2			#

Matières en Suspension : Analyse effectuée sur filtre en fibre de verre de marque SARTORIUS

D.B.O. : Analyse réalisée avec un temps d'incubation de 2 jours à 0-4°C suivi de 5 jours à 20°C (DBO 2+5)

François GENET  
Responsable Laboratoire



# CARSO - LABORATOIRE SANTÉ ENVIRONNEMENT HYGIÈNE DE LYON

Laboratoire Agréé pour les analyses d'eaux par le Ministère de la Santé



Rapport d'analyse  
Edité le : 04/11/2021

Page 1 / 2

## CARSO-LSEHL

4, avenue Jean Moulin  
69200 VENISSIEUX  
FRANCE

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.

Identification dossier :	SLA20-20021	Référence contrat :	SLAC18-213
Identification échantillon :	SLA2009-8779-1		
NATURE :	Eau superficielle		
ORIGINE :	LES MINES D'ORBAGNOUX SORTIE DRAC // SORTIE BAC MINE		
COMMUNE :	CORBONOD		
DEPARTEMENT :	01		
PRELEVEMENT :	Prélevé le 26/10/2021 à 07h30	Réceptionné le 26/10/2021	
	Flaconnage SAVOIE LABO		

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Toutes les informations relatives aux conditions de prélèvement ont été transmises par le client.  
Le laboratoire n'est pas responsable de la validité des informations transmises par le client.

Le laboratoire n'est pas responsable de la validité des informations transmises par le client qui sont antérieures à l'heure et la date de prélèvement.

Date de début d'analyse : \_\_\_\_\_ à \_\_\_\_\_

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Analyses physicochimiques</b>							
<i>Analyses physicochimiques de base</i>							
Potentiel d'oxydoréduction E (Pt//Ag//AgCl)	313	mV	Electrochimie				#
Résidu sec à 180°C	214.0	mg/l	Gravimétrie	NF T90-029			#
Fluorures ZED002	< 0.05	mg/l F-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#

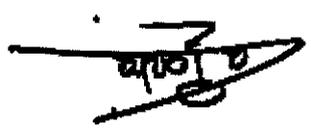
ZED002 Fluorure (F) \_ST

Matières en Suspension : Analyse effectuée sur filtre en fibre de verre de marque SARTORIUS  
D.B.O. : Analyse réalisée avec un temps d'incubation de 2 jours à 0-4°C suivi de 5 jours à 20°C (DBO 2+5)

.../...

Maureen LAPORTA

Ingénieur Laboratoire



|||

Rapport d'analyse Page 1 / 1  
 Edité le : 01/09/2020

**SAVOIE LABO**

23, Allée du lac d'Aiguebelette  
 Savoie Technolac  
 73374 LE BOURGET DU LAC CEDEX  
 FRANCE

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 1 page.  
 La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
 L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.

Identification dossier : SLA20-12456	Référence contrat : SLAC18-213
Identification échantillon : SLA2003-5242-1	
<b>NATURE :</b> Eau superficielle	
<b>ORIGINE :</b> RETENTION TRIANGULAIRE	
<b>PRELEVEMENT :</b> Prélevé le 27/08/2020 à 08h00 Réceptionné le 27/08/2020	
Prélevé par D. COLLIN	
Flaconnage SAVOIE LABO	

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Analyses physicochimiques</b>							
<i>Analyses physicochimiques de base</i>							
Potentiel d'oxydoréduction E (Pt//Ag//AgCl)	152	mV	Electrochimie				
Résidu sec à 180°C	308.0	mg/l	Gravimétrie	NF T90-029			#

Matières en Suspension : Analyse effectuée sur filtre en fibre de verre de marque SARTORIUS  
 Anions : Echantillon filtré avant analyse (filtre en cellulose de porosité 0.45µm)

Bernard CASTAREDE  
 Ingénieur de Laboratoire



⑤ **Paramètre(s) liste n° 1: (EAU PROPRE - EAU SUPERFICIELLE)**

Échantillon type : SLAT18-776

Le laboratoire se réserve le droit de remplacer une technique analytique par une autre de performance au moins équivalente en terme d'accréditation et de limite de quantification.

**EAU SUPERFICIELLE**

P. U. HT.	Qté	P. T. HT.
246,15 €	1	246,15 €

Frais d'analyse								
Paramètre	Code CAS	Sandre Cofrac	Norme	LQ	Méthode	Prix H.T.		
<b>Mesures à réception - Mesures à réception</b>								
Température à réception:				°C				
Schéma (ED0023) : Forf. 3 param MES/DCO10/DBO							45,00 €	
<b>Analyses physicochimiques - Analyses physicochimiques de base</b>								
Demande biochimique en oxygène (DBO5) après 5 jours	1313	✓	NF EN 1899-2	0,5 mg/l O2	Potentiométrie (mesure sans dilution)			
Matières en suspension totales	1305	✓	NF EN 672	2,0 mg/l	Gravimétrie après filtration			
Demande Chimique en Oxygène (indice ST-CCO)	1314	✓	ISO 15705	10 mg/l O2	Spectrophotométrie			
<b>Analyses physicochimiques</b>								
<b>Analyses physicochimiques de base</b>								
* Potentiel d'oxydoréduction E (Pt/Ag/AgCl)		1330		mV	Electrochimie		15,00 €	
* Résidu sec à 180°C		1750	✓	NFT90-026	1 mg/l	Gravimétrie	22,00 €	
Furonures	16984-48-6	7073	✓	NF EN ISO 10304-1	0,01 mg/l F-	Chromatographie ionique	22,00 €	
pH		1302	✓	NF EN ISO 10523	0,6 Unité pH	Electrochimie	5,00 €	
Conductivité électrique (corrigée à 25°C par compensation)		1303	✓	NF EN 27888	5 µS/cm	Conductimétrie	A titre gracieux	
<b>Métaux</b>								
Arsenic total	7440-39-2	1369	✓	NF EN ISO 17294-2	0,5 µg/l As	ICP/MS (après acidification)	80,00 €	
Baryum total	7440-39-3	1396	✓	NF EN ISO 17294-2	0,5 µg/l Ba	ICP/MS (après acidification)	A titre gracieux	
Cuivre total	7440-50-8	1392	✓	NF EN ISO 17294-2	0,5 µg/l Cu	ICP/MS (après acidification)	A titre gracieux	
Molybdène total	7439-98-7	1395	✓	NF EN ISO 17294-2	1 µg/l Mo	ICP/MS (après acidification)	A titre gracieux	
Nickel total	7440-02-0	1386	✓	NF EN ISO 17294-2	1 µg/l Ni	ICP/MS (après acidification)	A titre gracieux	
Sélénium total	7782-49-2	1385	✓	NF EN ISO 17294-2	0,5 µg/l Se	ICP/MS (après acidification)	A titre gracieux	
<b>Indice Hydrocarbure C10-C40</b>								
Indice hydrocarbures C10-C40		2962	✓	NF EN ISO 5377-2	0,05 mg/l	GC/FID	75,00 €	
* Paramètre sous-traité	✓ Paramètre accrédité Cofrac						Sous total :	244,00 €

Autres Frais			
Motif	Qté	Prix H.T.	
Flacon PEHD 1L : chimie MES+DBO, radioact, AOX, Daphn, residu sec	2	A titre gracieux	
Flacon PEHD 250mL stab H2SO4 : DCO+NKT, SEC+SEH	1	A titre gracieux	
Flacon PEHD 50 mL stab HNO3 : métaux	1	A titre gracieux	
Flacon PEHD 500mL : chimie (>= 3 param)	1	A titre gracieux	
Flacon VBlanc 1L stab H2SO4 : indice hydrocarbure C10-C40	1	A titre gracieux	
Frais de mise en déchets	1	2,15 €	
* Paramètre sous-traité	✓ Paramètre accrédité Cofrac	Sous total :	
		2,15 €	

Contrat n° : SLAC18-213/04

Page 3 sur 8

Technolac - 23 allée du lac d'aiguebelette - BP 50251 - 73374 Le Bourget-du-Lac  
 Tél. : 04 79 25 37 25 - Fax : 04 79 25 30 39 - www.savoielabo.fr  
 SAS au capital de 750 000 € - R.C.S Chambéry 390 319 192 - SIRET 390 319 192 00014  
 APE 7120B - N° TVA Intracommunautaire FR 63 390 319 192

③ Paramètre(s) liste n° 2 : (EAU PROPRE - EAU SUPERFICIELLE)

Échantillon type : SLAT18-777

Le laboratoire se réserve le droit de remplacer une technique analytique par une autre de performance au moins équivalente en terme d'accréditation et de limite de quantification.

FRAIS ANNEXE

P. U. H.T.	Qte	P. T. H.T.
39,00 €	1	39,00 €

Autres Frais		
Motif	Qte	Prix H.T.
Frais de dossier	1	14,00 €
Frais d'envoi de Raconnage (par glacière)	1	25,00 €
* Paramètre sous-traité      ✓ Paramètre accrédité Cofrac		Sous total : 39,00 €
Total devis H.T.		285,15 €

SAVOIE LABO

Rapport d'analyse Page 2 / 2

Edité le : 01/09/2020

Identification échantillon : SLA2003-5242-1

Destinataire : LES MINES D'ORBAGNOUX

Origine : RETENTION TRIANGULAIRE

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
Température de mesure du pH	21.6	°C	Electrochimie	NF EN ISO 10523			
<b>Métaux</b>							
Arsenic total	3.09	µg/l As	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Baryum total	104.00	µg/l Ba	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Cuivre total	5.34	µg/l Cu	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Molybdène total	100.0	µg/l Mo	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Nickel total	8.6	µg/l Ni	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Sélénium total	< 0.5	µg/l Se	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
<b>Indice Hydrocarbure C10-C40</b>							
Indice hydrocarbures C10-C40	< 0.05	mg/l	GC/FID	NF EN ISO 9377-2			#

Matières en Suspension : Analyse effectuée sur filtre en fibre de verre de marque SARTORIUS

Anions : Echantillon filtré avant analyse (filtre en cellulose de porosité 0.45µm)

François GENET  
Responsable Chimie



Rapport d'analyse Page 1 / 2  
Edité le : 01/09/2020

LES MINES D'ORBAGNOUX

Corbonod  
01420 SEYSSEL

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
Le COFRAC est signataire de l'accord multilatéral de EA (European cooperation for Accreditation), ILAC (International Laboratory Accreditation Forum et IAF (International Accreditation Forum) de reconnaissance de l'équivalence des rapports d'analyses.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.  
Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

<b>Identification dossier :</b>	SLA20-12456	<b>Référence contrat :</b>	SLAC18-213
<b>Identification échantillon :</b>	SLA2003-5242-1		
<b>Origine :</b>	RETENTION TRIANGULAIRE		
<b>Nature:</b>	Eau superficielle		
<b>Prélèvement :</b>	Prélevé le 27/08/2020 à 08h00 Réceptionné le 27/08/2020 à 11h03 Identifié (Origine, Point, Nature), prélevé et mesuré sur le terrain par le client D. COLLIN, selon son protocole et son matériel. Flaconnage SAVOIE LABO		

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. (incertitudes établies par le laboratoire et communiquées sur demande).

Ce rapport annule et remplace tout rapport partiel émis précédemment.

Date de Début d'analyse 27/08/2020 11:34:18

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Mesures à réception</b>							
Température de transport	8	°C	-				
<b>Analyses physicochimiques</b>							
<i>Analyses physicochimiques de base</i>							
Conductivité électrique (corrigée à 25°C par compensation)	298	µS/cm	Conductimétrie	NF EN 27888			#
Demande biochimique en oxygène (DBO5) après 5 jours	4.5	mg/l O2	Potentiométrie (mesure sans dilution)	NF EN 1899-2			#
Demande Chimique en Oxygène (indice ST-DCO)	42	mg/l O2	Spectrophotométrie	ISO 15705			#
Fluorures	0.96	mg/l F-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
Matières en suspension totales	212	mg/l	Gravimétrie après filtration	NF EN 872			#
pH	8.2	Unité pH	Electrochimie	NF EN ISO 10523			#
Potentiel d'oxydoréduction E (Pt//Ag//AgCl) (*)	152	mV	Electrochimie				
Résidu sec à 180°C (*)	308.0	mg/l	Gravimétrie	NF T90-029			#

Rapport d'analyse Page 1 / 2  
Edité le : 01/09/2020

LES MINES D'ORBAGNOUX

Corbonod  
01420 SEYSSEL

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
Le COFRAC est signataire de l'accord multilatéral de EA (European cooperation for Accreditation), ILAC (International Laboratory Accreditation Forum) et IAF (International Accreditation Forum) de reconnaissance de l'équivalence des rapports d'analyses.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.  
Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

<b>Identification dossier :</b>	SLA20-12456	<b>Référence contrat :</b>	SLAC18-213
<b>Identification échantillon :</b>	SLA2003-5244-1		
<b>Origine :</b>	SORTIE BAC		
<b>Nature:</b>	Eau superficielle		
<b>Prélèvement :</b>	Prélevé le 27/08/2020 à 08h30 Réceptionné le 27/08/2020 à 11h03 Identifié (Origine, Point, Nature), prélevé et mesuré sur le terrain par le client D COLLIN, selon son protocole et son matériel. Flaconnage SAVOIE LABO		

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. (incertitudes établies par le laboratoire et communiquées sur demande).  
Ce rapport annule et remplace tout rapport partiel émis précédemment.

Date de Début d'analyse 27/08/2020 11:34:16

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Mesures à réception</b>							
Température de transport	8	°C	-				
<b>Analyses physicochimiques</b>							
<i>Analyses physicochimiques de base</i>							
Conductivité électrique (corrigée à 25°C par compensation)	393	µS/cm	Conductimétrie	NF EN 27888			#
Demande biochimique en oxygène (DBO5) après 5 jours	1.0	mg/l O2	Potentiométrie (mesure sans dilution)	NF EN 1899-2			#
Demande Chimique en Oxygène (indice ST-DCO)	< 10	mg/l O2	Spectrophotométrie	ISO 15705			#
Fluorures	0.09	mg/l F-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
Matières en suspension totales	< 2.0	mg/l	Gravimétrie après filtration	NF EN 872			#
pH	8.3	Unité pH	Electrochimie	NF EN ISO 10523			#
Potentiel d'oxydoréduction E (Pt/Ag/AgCl) (*)	160	mV	Electrochimie				
Résidu sec à 180°C (*)	217.0	mg/l	Gravimétrie	NF T90-029			#

Origine : SORTIE BAC

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	CONTRÔLE
Température de mesure du pH	20.5	°C	Electrochimie	NF EN ISO 10523			
<b>Métaux</b>							
Arsenic total	< 0.5	µg/l As	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Baryum total	14.30	µg/l Ba	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Cuivre total	< 0.5	µg/l Cu	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Molybdène total	< 1	µg/l Mo	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Nickel total	< 1	µg/l Ni	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Sélénium total	< 0.5	µg/l Se	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
<b>Indice Hydrocarbure C10-C40</b>							
Indice hydrocarbures C10-C40	< 0.05	mg/l	GC/FID	NF EN ISO 9377-2			#

Matières en Suspension : Analyse effectuée sur filtre en fibre de verre de marque SARTORIUS

François GENET  
Responsable Chimie



Rapport d'analyse Page 1 / 1  
Edité le : 01/09/2020

**SAVOIE LABO**

23, Allée du lac d'Aiguebelette  
Savoie Technolac  
73374 LE BOURGET DU LAC CEDEX  
FRANCE

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 1 page.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.

Identification dossier : SLA20-12456 Référence contrat : SLAC18-213  
Identification échantillon : SLA2003-5244-1

NATURE : Eau superficielle  
ORIGINE : SORTIE BAC  
PRELEVEMENT : Prélevé le 27/08/2020 à 08h30 Réceptionné le 27/08/2020  
Prélevé par D COLLIN  
Flaconnage SAVOIE LABO

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Analyses physicochimiques</b>							
<i>Analyses physicochimiques de base</i>							
Potentiel d'oxydoréduction E (Pt//Ag//AgCl)	160	mV	Electrochimie				
Résidu sec à 180°C	217.0	mg/l	Gravimétrie	NF T90-029			#

Matières en Suspension : Analyse effectuée sur filtre en fibre de verre de marque SARTORIUS

Bernard CASTAREDE  
Ingénieur de Laboratoire



Rapport d'analyse  
Edité le : 10/03/2021

Page 1 / 2

## CARSO-LSEHL

4, avenue Jean Moulin  
69200 VENISSIEUX  
FRANCE

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.

Identification dossier : SLA21-3094 Référence contrat : SLAC18-213  
Identification échantillon : SLA2103-3329-1

**NATURE :** Eau superficielle  
**ORIGINE :** MINES D'ORBAGNOUX  
MINES D'ORBAGNOUX  
**POINT RNB:** LMDO02  
**PRELEVEMENT :** Prélevé le 03/03/2021 à 08h20 Réceptionné le 03/03/2021  
Prélevé par D COLLIN  
Flaconnage SAVOIE LABO

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Toutes les informations relatives aux conditions de prélèvement ont été transmises par le client.  
Le laboratoire n'est pas responsable de la validité des informations transmises par le client.

Le laboratoire n'est pas responsable de la validité des informations transmises par le client qui sont antérieures à l'heure et la date de prélèvement.

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Analyses physicochimiques</b>							
<i>Analyses physicochimiques de base</i>							
Potentiel d'oxydoréduction E (Pt//Ag//AgCl)	-358	mV	Electrochimie				
Résidu sec à 180°C	482.0	mg/l	Gravimétrie	NF T90-029			#

Température de transport supérieure à 8°C : Risque d'évolution des paramètres - Veiller à congeler les pains de glaces au minimum 24h avant la collecte, privilégier le refroidissement de l'échantillon dans un réfrigérateur avant conditionnement en glacière, augmenter le nombre de pains de glaces congelés dans la glacière

Matières en Suspension : Analyse effectuée sur filtre en fibre de verre de marque SARTORIUS  
Métaux : Echantillon minéralisé avant analyse (présence de particules et échantillon trouble)

CARSO - LSEHL

Rapport d'analyse Page 2 / 2

Edité le : 10/03/2021

Identification échantillon : SLA2103-3329-1

Destinataire : CARSO-LSEHL

Maureen LAPORTA

Ingénieur Laboratoire

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Maureen Laporta', with a large, sweeping flourish underneath.

Rapport d'analyse Page 1 / 2  
Edité le : 01/09/2020

LES MINES D'ORBAGNOUX

Corbonod  
01420 SEYSSEL

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
Le COFRAC est signataire de l'accord multilatéral de EA (European cooperation for Accreditation), ILAC (International Laboratory Accreditation Forum) et IAF (International Accreditation Forum) de reconnaissance de l'équivalence des rapports d'analyses.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.  
Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

<b>Identification dossier :</b>	SLA20-12456	<b>Référence contrat :</b>	SLAC18-213
<b>Identification échantillon :</b>	<b>SLA2003-5243-1</b>		
<b>Origine :</b>	BUSE SUR ROUTE 991		
	/		
<b>Nature:</b>	<b>Eau superficielle</b>		
	-		
<b>Prélèvement :</b>	Prélevé le 27/08/2020 à 08h30 Réceptionné le 27/08/2020 à 11h03 Identifié (Origine, Point, Nature), prélevé et mesuré sur le terrain par le client D COLLIN, selon son protocole et son matériel. Flaconnage SAVOIE LABO		

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. (incertitudes établies par le laboratoire et communiquées sur demande).  
Ce rapport annule et remplace tout rapport partiel émis précédemment.

Date de Début d'analyse 27/08/2020 11:34:17

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Mesures à réception</b>							
Température de transport	8	°C	-				
<b>Analyses physicochimiques</b>							
<i>Analyses physicochimiques de base</i>							
Conductivité électrique (corrigée à 25°C par compensation)	366	µS/cm	Conductimétrie	NF EN 27888			#
Demande biochimique en oxygène (DBO5) après 5 jours	1.0	mg/l O2	Potentiométrie (mesure sans dilution)	NF EN 1899-2			#
Demande Chimique en Oxygène (indice ST-DCO)	< 10	mg/l O2	Spectrophotométrie	ISO 15705			#
Fluorures	0.10	mg/l F-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
Matières en suspension totales	9	mg/l	Gravimétrie après filtration	NF EN 872			#
pH	8.3	Unité pH	Electrochimie	NF EN ISO 10523			#
Potentiel d'oxydoréduction E (Pt//Ag//AgCl) (*)	135	mV	Electrochimie				
Résidu sec à 180°C (*)	200.0	mg/l	Gravimétrie	NF T90-029			#

Origine : BUSE SUR ROUTE 991

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	CONTRÔLE
Température de mesure du pH	20.0	°C	Electrochimie	NF EN ISO 10523			
<b>Métaux</b>							
Arsenic total	< 0.5	µg/l As	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Baryum total	14.10	µg/l Ba	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Cuivre total	< 0.5	µg/l Cu	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Molybdène total	< 1	µg/l Mo	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Nickel total	< 1	µg/l Ni	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Sélénium total	< 0.5	µg/l Se	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
<b>Indice Hydrocarbure C10-C40</b>							
Indice hydrocarbures C10-C40	< 0.05	mg/l	GC/FID	NF EN ISO 9377-2			#

Matières en Suspension : Analyse effectuée sur filtre en fibre de verre de marque SARTORIUS

François GENET  
Responsable Chimie



Rapport d'analyse Page 1 / 1  
Edité le : 01/09/2020

**SAVOIE LABO**

23, Allée du lac d'Aiguebelette  
Savoie Technolac  
73374 LE BOURGET DU LAC CEDEX  
FRANCE

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 1 page.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.

Identification dossier :	SLA20-12456	Référence contrat :	SLAC18-213
Identification échantillon :	SLA2003-5243-1		
NATURE :	Eau superficielle		
ORIGINE :	BUSE SUR ROUTE 991		
PRELEVEMENT :	Prélevé le 27/08/2020 à 08h30 Réceptionné le 27/08/2020		
	Prélevé par D COLLIN		
	Flaconnage SAVOIE LABO		

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Analyses physicochimiques</b>							
<i>Analyses physicochimiques de base</i>							
Potentiel d'oxydoréduction E (Pt//Ag//AgCl)	135	mV	Electrochimie				
Résidu sec à 180°C	200.0	mg/l	Gravimétrie	NF T90-029			#

Matières en Suspension : Analyse effectuée sur filtre en fibre de verre de marque SARTORIUS

Bernard CASTAREDE  
Ingénieur de Laboratoire



Rapport d'analyse Page 1 / 2  
Edité le : 10/03/2021

LES MINES D'ORBAGNOUX

Corbonod  
01420 SEYSSEL

Frac - 2021  
Regard.  
Tilleul.  
Tilleul -

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
Le COFRAC est signataire de l'accord multilatéral de EA (European cooperation for Accreditation), ILAC (International Accreditation Forum et IAF (International Accreditation Forum) de reconnaissance de l'équivalence des rapports d'analyse.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.  
Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

<b>Identification dossier :</b> SLA21-3094	<b>Référence contrat :</b> SLAC18-213
<b>Identification échantillon :</b> SLA2103-3329-1	
<b>Origine :</b> MINES D'ORBAGNOUX MINES D'ORBAGNOUX	
<b>Point Client :</b> LMDO02 /	
<b>Nature:</b> Eau superficielle -	
<b>Prélèvement :</b> Prélevé le 03/03/2021 à 08h20 Réceptionné le 03/03/2021 à 09h50 Identifié (Origine, Point, Nature), prélevé et mesuré sur le terrain par le client D COLLIN, selon son protocole et son matériel. Flaconnage SAVOIE LABO	

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. (incertitudes établies par le laboratoire et communiquées sur demande).

Ce rapport annule et remplace tout rapport partiel émis précédemment.

Date de Début d'analyse 03/03/2021 12:28:49

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Mesures à réception</b>							
Température à réception	12	°C	-				
<b>Analyses physicochimiques</b>							
<b>Analyses physicochimiques de base</b>							
Conductivité électrique (corrigée à 25°C par compensation)	643	µS/cm	Conductimétrie	NF EN 27888			#
Demande biochimique en oxygène (DBO5) après 5 jours	79	mg/l O2	Potentiométrie (mesure sans dilution)	NF EN 1899-2			#
Demande Chimique en Oxygène (indice ST-DCO)	155	mg/l O2	Spectrophotométrie	ISO 15705			#
Fluorures	3.35	mg/l F-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
Matières en suspension totales	70	mg/l	Gravimétrie après filtration	NF EN 872			#
pH	8.48	Unité pH	Electrochimie	NF EN ISO 10523			#
Potentiel d'oxydoréduction E (Pt//Ag//AgCl) (*)	-358	mV	Electrochimie				

.../...

Origine : MINES D'ORBAGNOUX

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
Résidu sec à 180°C (*)	482.0	mg/l	Gravimétrie	NF T90-029			#
Température de mesure du pH	18.2	°C	Electrochimie	NF EN ISO 10523			
<b>Métaux</b>							
Arsenic total	8.18	µg/l As	ICP/MS (après acidification)	NF EN ISO 17294-2			#
Baryum total	82.50	µg/l Ba	ICP/MS (après acidification)	NF EN ISO 17294-2			#
Cuivre total	35.90	µg/l Cu	ICP/MS (après acidification)	NF EN ISO 17294-2			#
Molybdène total	127.0	µg/l Mo	ICP/MS (après acidification)	NF EN ISO 17294-2			#
Nickel total	< 1	µg/l Ni	ICP/MS (après acidification)	NF EN ISO 17294-2			#
Sélénium total	24.60	µg/l Se	ICP/MS (après acidification)	NF EN ISO 17294-2			#
<b>Indice Hydrocarbure C10-C40</b>							
Indice hydrocarbures C10-C40	< 0.05	mg/l	GC/FID	NF EN ISO 9377-2			#

Température de transport supérieure à 8°C : Risque d'évolution des paramètres - Veiller à congeler les pains de glaces au minimum 24h avant la collecte, privilégier le refroidissement de l'échantillon dans un réfrigérateur avant conditionnement en glacière, augmenter le nombre de pains de glaces congelés dans la glacière

Matières en Suspension : Analyse effectuée sur filtre en fibre de verre de marque SARTORIUS  
Métaux : Echantillon minéralisé avant analyse (présence de particules et échantillon trouble)

François GENET  
Responsable Chimie



Rapport d'analyse Page 1 / 2  
Edité le : 19/03/2020

LES MINES D'ORBAGNOUX

Corbonod  
01420 SEYSSEL

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
Le COFRAC est signataire de l'accord multilatéral de EA (European cooperation for Accreditation), ILAC (International Laboratory Accreditation Forum) et IAF (International Accreditation Forum) de reconnaissance de l'équivalence des rapports d'analyses.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.  
Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

<b>Identification dossier :</b>	SLA19-21413	<b>Référence contrat :</b>	SLAC18-213
<b>Identification échantillon :</b>	SLA1912-836-1		
<b>Origine :</b>	Buse sur route 991		
	/		
<b>Nature:</b>	Eau superficielle		
	-		
<b>Prélèvement :</b>	Prélevé le 11/03/2020 à 14h00 Réceptionné le 11/03/2020 à 14h48		
	Identifié (Origine, Point, Nature), prélevé et mesuré sur le terrain par le client , selon son protocole et son matériel.		
	Flaconnage SAVOIE LABO		

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. (incertitudes établies par le laboratoire et communiquées sur demande).  
Ce rapport annule et remplace tout rapport partiel émis précédemment.

Date de Début d'analyse 11/03/2020 15:25:57

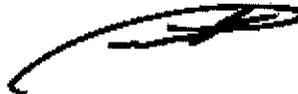
Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Mesures à réception</b>							
Température de transport	4	°C	-				
<b>Analyses physicochimiques</b>							
<b>Analyses physicochimiques de base</b>							
Conductivité électrique (corrigée à 25°C par compensation)	342	µS/cm	Conductimétrie	NF EN 27888			#
Demande biochimique en oxygène (DBO5) après 5 jours	1.2	mg/l O2	Potentiométrie (mesure sans dilution)	NF EN 1899-2			#
Demande Chimique en Oxygène (indice ST-DCO)	< 10	mg/l O2	Spectrophotométrie	ISO 15705			#
Fluorures	0.06	mg/l F-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
Matières en suspension totales	2	mg/l	Gravimétrie après filtration	NF EN 872			#
pH	8.2	Unité pH	Electrochimie	NF EN ISO 10523			#
Potentiel d'oxydoréduction E (Pt//Ag//AgCl) (*)	342	mV	Electrochimie				
Résidu sec à 180°C	180	mg/l	Gravimétrie (sur échantillon brut)	NF T90-029			

Origine : Buse sur route 991

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
Température de mesure du pH	20.2	°C	Electrochimie	NF EN ISO 10523			
<b>Métaux</b>							
Arsenic total	< 0.5	µg/l As	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Baryum total	6.45	µg/l Ba	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Cuivre total	2.70	µg/l Cu	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Molybdène total	< 1	µg/l Mo	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Nickel total	< 1	µg/l Ni	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Sélénium total	< 0.5	µg/l Se	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
<b>Indice Hydrocarbure C10-C40</b>							
Indice hydrocarbures C10-C40	< 0.05	mg/l	GC/FID	NF EN ISO 9377-2			#

Matières en Suspension : Analyse effectuée sur filtre en fibre de verre de marque SARTORIUS

François GENET  
Responsable Chimie



Rapport d'analyse Page 1 / 1  
 Edité le : 19/03/2020

**SAVOIE LABO**

23, Allée du lac d'Aiguebelette  
 Savoie Technolac  
 73374 LE BOURGET DU LAC CEDEX  
 FRANCE

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 1 page.  
 La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.

Identification dossier : SLA19-21413 Référence contrat : SLAC18-213  
 Identification échantillon : **SLA1912-836-1**

**NATURE :** Eau superficielle  
**ORIGINE :** Buse sur route 991  
**PRELEVEMENT :** Prélevé le 11/03/2020 à 14h00 Réceptionné le 11/03/2020  
 Flaconnage SAVOIE LABO

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

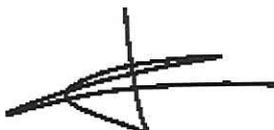
Date de début d'analyse : 11/03/2020

Date de début d'analyse :

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Analyses physicochimiques</b> <i>Analyses physicochimiques de base</i> Potentiel d'oxydoréduction E (Pt//Ag//AgCl)	342	mV	Electrochimie				

Matières en Suspension : Analyse effectuée sur filtre en fibre de verre de marque SARTORIUS

Jerome CASTAREDE  
 Ingénieur de Laboratoire



Rapport d'analyse Page 1 / 2  
Edité le : 19/03/2020

LES MINES D'ORBAGNOUX

Corbonod  
01420 SEYSSEL

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
Le COFRAC est signataire de l'accord multilatéral de EA (European cooperation for Accreditation), ILAC (International Laboratory Accreditation Forum) et IAF (International Accreditation Forum) de reconnaissance de l'équivalence des rapports d'analyses.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.  
Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

<b>Identification dossier :</b>	SLA19-21413	<b>Référence contrat :</b>	SLAC18-213
<b>Identification échantillon :</b>	<b>SLA1912-835-1</b>		
<b>Origine :</b>	sortie bac /		
<b>Nature:</b>	<b>Eau superficielle</b> -		
<b>Prélèvement :</b>	Prélevé le 11/03/2020 à 14h00 Réceptionné le 11/03/2020 à 14h47 Identifié (Origine, Point, Nature), prélevé et mesuré sur le terrain par le client , selon son protocole et son matériel. Flaconnage SAVOIE LABO		

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. (incertitudes établies par le laboratoire et communiquées sur demande).  
Ce rapport annule et remplace tout rapport partiel émis précédemment.

Date de Début d'analyse 11/03/2020 15:25:58

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Mesures à réception</b>							
Température de transport	4	°C	-				
<b>Analyses physicochimiques</b>							
<i>Analyses physicochimiques de base</i>							
Conductivité électrique (corrigée à 25°C par compensation)	344	µS/cm	Conductimétrie	NF EN 27888			#
Demande biochimique en oxygène (DBO5) après 5 jours	0.9	mg/l O2	Potentiométrie (mesure sans dilution)	NF EN 1899-2			#
Demande Chimique en Oxygène (indice ST-DCO)	< 10	mg/l O2	Spectrophotométrie	ISO 15705			#
Fluorures	0.06	mg/l F-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
Matières en suspension totales	2	mg/l	Gravimétrie après filtration	NF EN 872			#
pH	7.9	Unité pH	Electrochimie	NF EN ISO 10523			#
Potentiel d'oxydoréduction E (Pt//Ag//AgCl) (*)	353	mV	Electrochimie				
Résidu sec à 180°C	150	mg/l	Gravimétrie (sur échantillon brut)	NF T90-029			

Origine : sortie bac

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	CONTRAT
Température de mesure du pH	20,1	°C	Electrochimie	NF EN ISO 10523			
<b>Métaux</b>							
Arsenic total	< 0.5	µg/l As	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Baryum total	6.30	µg/l Ba	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Cuivre total	0.83	µg/l Cu	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Molybdène total	< 1	µg/l Mo	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Nickel total	< 1	µg/l Ni	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Sélénium total	< 0.5	µg/l Se	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
<b>Indice Hydrocarbure C10-C40</b>							
Indice hydrocarbures C10-C40	< 0.05	mg/l	GC/FID	NF EN ISO 9377-2			#

Matières en Suspension : Analyse effectuée sur filtre en fibre de verre de marque SARTORIUS

François GENET  
Responsable Chimie



Rapport d'analyse Page 1 / 1  
 Edité le : 19/03/2020

**SAVOIE LABO**

23, Allée du lac d'Aiguebelette  
 Savoie Technolac  
 73374 LE BOURGET DU LAC CEDEX  
 FRANCE

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 1 page.  
 La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.

<b>Identification dossier :</b>	SLA19-21413	<b>Référence contrat :</b>	SLAC18-213
<b>Identification échantillon :</b>	SLA1912-835-1		
<b>NATURE :</b>	Eau superficielle		
<b>ORIGINE :</b>	sortie bac		
<b>PRELEVEMENT :</b>	Prélevé le 11/03/2020 à 14h00		Réceptionné le 11/03/2020
	Flaconnage SAVOIE LABO		

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

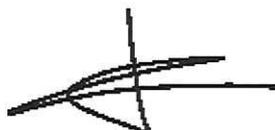
Date de début d'analyse : 11/03/2020

Date de début d'analyse :

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Analyses physicochimiques</b>							
<i>Analyses physicochimiques de base</i>							
Potentiel d'oxydoréduction E (Pt//Ag//AgCl)	353	mV	Electrochimie				

Matières en Suspension : Analyse effectuée sur filtre en fibre de verre de marque SARTORIUS

Jerome CASTAREDE  
 Ingénieur de Laboratoire



Rapport d'analyse Page 1 / 2  
Edité le : 11/09/2019

LES MINES D'ORBAGNOUX

Corbonod  
01420 SEYSSEL

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
Le COFRAC est signataire de l'accord multilatéral de EA (European cooperation for Accreditation), ILAC (International Laboratory Accreditation Forum) et IAF (International Accreditation Forum) de reconnaissance de l'équivalence des rapports d'analyses.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.  
Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

Identification dossier :	SLA19-14143	Référence contrat :	SLAC18-213
Identification échantillon :	<b>SLA1902-69-1</b>		
Origine :	Sortie bac		
Département/Commune :	01 / SEYSSEL		
Nature:	<b>Eau superficielle</b>		
Prélèvement :	Prélevé le 27/08/2019 à 08h30 Réceptionné le 27/08/2019 à 11h36 Prélevé et mesuré sur le terrain par le client D. COLLIN, selon son protocole et son matériel Flaconnage SAVOIE LABO		

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. (incertitudes établies par le laboratoire et communiquées sur demande).  
Ce rapport annule et remplace tout rapport partiel émis précédemment.

Date de Début d'analyse 27/08/2019 15:06:29

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Mesures à réception</b>							
Température de transport	12	°C	Infra rouge				
<b>Analyses physicochimiques</b>							
<i>Analyses physicochimiques de base</i>							
Conductivité électrique (corrigée à 25°C par compensation)	374	µS/cm	Conductimétrie	NF EN 27888			#
Demande biochimique en oxygène (DBO5) après 5 jours	1.4	mg/l O2	Potentiométrie (mesure sans dilution)	NF EN 1899-2			#
Demande Chimique en Oxygène (indice ST-DCO)	< 10	mg/l O2	Spectrophotométrie	ISO 15705			#
Fluorures	0.09	mg/l F-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
Fraction soluble (*)	231	mg/l	Résidu sur sec eau filtrée à 0,45 µm	NF T90-029			#
Matières en suspension totales	< 2.0	mg/l	Gravimétrie après filtration	NF EN 872			#
pH	8.2	Unité pH	Electrochimie	NF EN ISO 10523			#
Potentiel d'oxydoréduction E (Pt//Ag//AgCl) (*)	271	mV	Electrochimie				

Origine : Sortie bac

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	GORFAC
Température de mesure du pH	22.6	°C	Electrochimie	NF EN ISO 10523			
Sous-traitance Divers CARSO (*)	cf resultats	-	Sous-traitance Divers CARSO				
<b>Métaux</b>							
Arsenic total	< 0.5	µg/l As	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Baryum total	11.1	µg/l Ba	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Cuivre total	0.6	µg/l Cu	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Molybdène total	< 1	µg/l Mo	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Nickel total	< 1	µg/l Ni	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Sélénium total	< 0.5	µg/l Se	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
<b>Indice Hydrocarbure C10-C40</b>							
Indice hydrocarbures C10-C40	< 0.05	mg/l	GC/FID	NF EN ISO 9377-2			#

Matières en Suspension : Analyse effectuée sur filtre en fibre de verre de marque SARTORIUS

François GENET  
Responsable Chimie





**SAVOIE  
LABO**

# RAPPORT D'ANALYSE

Accréditation  
N° 1-0618  
PORTEE  
disponible  
sur  
www.cofrac.fr



Rapport d'analyse Page 1 / 2  
Edité le : 11/09/2019

LES MINES D'ORBAGNOUX

Corbonod  
01420 SEYSSEL

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
Le COFRAC est signataire de l'accord multilatéral de EA (European cooperation for Accreditation), ILAC (International Laboratory Accreditation Forum) et IAF (International Accreditation Forum) de reconnaissance de l'équivalence des rapports d'analyses.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.  
Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

Référence contrat : SLAC18-213

Identification dossier : SLA19-14143  
Identification échantillon : **SLA1902-70-1**  
Origine : Buse sur route 991  
Département/Commune : 01 / SEYSSEL  
Nature : Eau superficielle  
Prélèvement : -  
Prélevé le 27/08/2019 à 08h30 Réceptionné le 27/08/2019 à 11h36  
Prélevé et mesuré sur le terrain par le client D. COLLIN, selon son protocole et son matériel  
Flaconnage SAVOIE LABO

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. (incertitudes établies par le laboratoire et communiquées sur demande).  
Ce rapport annule et remplace tout rapport partiel émis précédemment.

Date de Début d'analyse 27/08/2019 15:06:28

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Mesures à réception</b>							
Température de transport	12	°C	Infra rouge				
<b>Analyses physicochimiques</b>							
<i>Analyses physicochimiques de base</i>							
Conductivité électrique (corrigée à 25°C par compensation)	364	µS/cm	Conductimétrie	NF EN 27888			#
Demande biochimique en oxygène (DBO5) après 5 jours	1.6	mg/l O2	Potentiométrie (mesure sans dilution)	NF EN 1899-2			#
Demande Chimique en Oxygène (indice ST-DCO)	< 10	mg/l O2	Spectrophotométrie	ISO 15705			#
Fluorures	0.08	mg/l F-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
Fraction soluble (*)	189	mg/l	Résidu sur sec eau filtrée à 0,45 µm	NF T90-029			#
Matières en suspension totales	< 2.0	mg/l	Gravimétrie après filtration	NF EN 872			#
pH	8.4	Unité pH	Electrochimie	NF EN ISO 10523			#
Potentiel d'oxydoréduction E (Pt/Ag/AgCl) (*)	273	mV	Electrochimie				

Origine : Buse sur route 991

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
Température de mesure du pH	22.4	°C	Electrochimie	NF EN ISO 10523			
Sous-traitance Divers CARSO (*)	cf resultats	-	Sous-traitance Divers CARSO				
<b>Métaux</b>							
Arsenic total	< 0.5	µg/l As	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Baryum total	11.3	µg/l Ba	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Cuivre total	1.3	µg/l Cu	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Molybdène total	< 1	µg/l Mo	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Nickel total	1.3	µg/l Ni	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
Sélénium total	< 0.5	µg/l Se	ICP/MS (après acidification et décantation)	NF EN ISO 17294-2			#
<b>Indice Hydrocarbure C10-C40</b>							
Indice hydrocarbures C10-C40	< 0.05	mg/l	GC/FID	NF EN ISO 9377-2			#

Matières en Suspension : Analyse effectuée sur filtre en fibre de verre de marque SARTORIUS

François GENET  
Responsable Chimie



Rapport d'analyse Page 1 / 2  
Edité le : 09/09/2019

LES MINES D'ORBAGNOUX

Corbonod  
01420 SEYSSEL

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
Le COFRAC est signataire de l'accord multilatéral de EA (European cooperation for Accreditation), ILAC (International Laboratory Accreditation Forum) et IAF (International Accreditation Forum) de reconnaissance de l'équivalence des rapports d'analyses.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.  
Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

Identification dossier :	SLA19-14142	Référence contrat :	SLAC19-1078
Identification échantillon :	SLA1908-7811-1		
Origine :	BUSE SUR ROUTE 991		
Nature:	Eau		
Prélèvement :	Prélevé le 27/08/2019 à 08h30 Réceptionné le 27/08/2019 à 11h36 Prélevé et mesuré sur le terrain par le client MR COLLIN, selon son protocole et son matériel Flaconnage SAVOIE LABO		

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. (incertitudes établies par le laboratoire et communiquées sur demande).  
Ce rapport annule et remplace tout rapport partiel émis précédemment.

Date de Début d'analyse 27/08/2019 15:21:49

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Mesures à réception</b>							
Température de transport	12	°C	Infra rouge				
<b>Analyses physicochimiques</b>							
<i>Analyses physicochimiques de base</i>							
Fluorures	0.08	mg/l F-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
<i>Anions</i>							
Chlorures	1.5	mg/l Cl-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
Sulfates	4.5	mg/l SO4--	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
<b>COV : composés organiques volatils</b>							
<i>BTEX</i>							
Ethylbenzène	< 0.25	µg/l	HS-TRAP/GC/MS	Meth. Interne PO-MO-020			#
Toluène	< 0.25	µg/l	HS-TRAP/GC/MS	Meth. Interne PO-MO-020			#
<b>HAP : Hydrocarbures aromatiques polycycliques</b>							

SAVOIE LABO

Rapport d'analyse Page 2 / 2

Edité le : 09/09/2019

Identification échantillon : SLA1908-7811-1

Destinataire : LES MINES D'ORBAGNOUX

Origine : BUSE SUR ROUTE 991

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
HAP Phénanthrène	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction LL	Meth. Interne PO-MO-021			#

François GENET  
Responsable Chimie



Rapport d'analyse Page 1 / 2  
Edité le : 09/09/2019

LES MINES D'ORBAGNOUX

Corbonod  
01420 SEYSSEL

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
Le COFRAC est signataire de l'accord multilatéral de EA (European cooperation for Accreditation), ILAC (International Laboratory Accreditation Forum) et IAF (International Accreditation Forum) de reconnaissance de l'équivalence des rapports d'analyses.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.  
Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

Référence contrat : SLAC19-1078

**Identification dossier :** SLA19-14142  
**Identification échantillon :** SLA1908-7810-1  
**Origine :** SORTIE BAC  
**Nature:** Eau  
**Prélèvement :** Prélevé le 27/08/2019 à 08h30 Réceptionné le 27/08/2019 à 11h36  
Prélevé et mesuré sur le terrain par le client MR COLLIN, selon son protocole et son matériel  
Flaconnage SAVOIE LABO

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. (incertitudes établies par le laboratoire et communiquées sur demande).  
Ce rapport annule et remplace tout rapport partiel émis précédemment.

Date de Début d'analyse 27/08/2019 15:21:52

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Mesures à réception</b>							
Température de transport	12	°C	Infra rouge				
<b>Analyses physicochimiques</b>							
<i>Analyses physicochimiques de base</i>							
Fluorures	0.09	mg/l F-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
<i>Anions</i>							
Chlorures	1.5	mg/l Cl-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
Sulfates	4.4	mg/l SO4--	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1			#
<b>COV : composés organiques volatils</b>							
<i>BTEX</i>							
Ethylbenzène	< 0.25	µg/l	HS-TRAP/GC/MS	Meth. Interne PO-MO-020			#
Toluène	< 0.25	µg/l	HS-TRAP/GC/MS	Meth. Interne PO-MO-020			#
<b>HAP : Hydrocarbures aromatiques polycycliques</b>							

SAVOIE LABO

Rapport d'analyse Page 2 / 2

Edité le : 09/09/2019

Identification échantillon : SLA1908-7810-1

Destinataire : LES MINES D'ORBAGNOUX

Origine : SORTIE BAC

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COE/RAC
HAP Phénanthrène	< 0.005	µg/l	GC/MS/MS après extraction LL	Meth. Interne PO-MO-021			#

François GENET  
Responsable Chimie



Réalisé par :  
**GéoPlusEnvironnement**

**Agence Centre et Nord :**  
2 rue Joseph Leber - 45 530 VITRY-AUX-LOGES  
Tél : 02 38 59 37 19 - Fax : 02 38 59 38 14

e-mail : [geo.plus.environnement2@orange.fr](mailto:geo.plus.environnement2@orange.fr)

---

**Siège Social / Agence Sud :**  
Le Château  
31 290 GARDOUCH  
Tél : 05 34 66 43 42 - Fax : 05 61 81 62 80  
e-mail : [geo.plus.environnement@orange.fr](mailto:geo.plus.environnement@orange.fr)

**Agence Ouest :**  
5 chemin de la Rôme - 49 123 CHAMPTOCE-SUR-LOIRE  
Tél : 02 41 34 35 82 - Fax : 02 41 34 37 95  
e-mail : [geo.plus.environnement3@orange.fr](mailto:geo.plus.environnement3@orange.fr)

**Agence Sud-Est :**  
1 175 Route de Margès - 26 380 PEYRINS  
Tél : 04 75 72 80 00 - Fax : 04 75 72 80 05  
e-mail : [geoplus@geoplus.fr](mailto:geoplus@geoplus.fr)

**Agence Est :**  
7 rue du Breuil – 88200 REMIREMONT  
Tél : 03 29 22 12 68 - Fax : 09 70 06 14 23  
e-mail : [geo.plus.environnement4@orange.fr](mailto:geo.plus.environnement4@orange.fr)

Site Internet : [www.geoplusenvironnement.com](http://www.geoplusenvironnement.com)



**ANNEXE 5 :      ÉTUDE GEOTECHNIQUE POUR LA CONCEPTION DES  
CHAMBRES D'EXPLOITATION**

---

Conseiller en Géotechnique  
et Exploitation du Sous-Sol

**26 Rue Saint Honoré**  
**77300 FONTAINEBLEAU**

Téléphone : 06 07 45 05 55  
Courriel : fine.jacques@wanadoo.fr  
Siret 78494255900021

**SOCIETE DES MINES D'ORBAGNOUX**

**QUARTIER NORD**  
**ACTUALISATION**  
**DE L'ANALYSE GEOTECHNIQUE**

**SOMMAIRE**

Introduction	
1. DONNEES .....	2
1.1. Données cartographiques .....	2
1.2. Données géologiques .....	2
1.3. Données sur l'exploitation .....	2
1.4. Etudes géotechniques antérieures .....	4
1.5. Données géotechniques .....	4
1.5.1. Caractéristiques du calcaire .....	4
1.5.2. Fracturation .....	5
1.5.3. Contraintes naturelles .....	5
1.6. Données hydrogéologiques .....	6
1.7. Observations .....	6
1.8. Mesures .....	6
2. DIMENSIONNEMENT .....	7
2.1. Schémas préconisés .....	7
2.2. Schéma réalisé .....	7
2.3. Impact du schéma réalisé sur la stabilité .....	8
2.3.1. Stabilité des piliers .....	9
2.3.2. Stabilité du toit .....	10
3. CONCLUSIONS .....	12
Annexes	

La Société des Mines d'Orbagnoux exploite un gisement de calcaire bitumineux sur la commune de Carbonod (Ain). L'autorisation d'exploiter a été accordée par un arrêté préfectoral en date de février 2007.

Une étude géotechnique a été effectuée par nos soins en 2001 et a fait l'objet du rapport référence ORB/011 en date du 25 septembre 2001. Cette étude proposait un dimensionnement des vides apte à garantir la stabilité, dimensionnement en partie repris dans l'arrêté préfectoral.

Il s'avère que ce dimensionnement n'a pas été strictement respecté, suite aux conditions difficiles de travail. C'est pourquoi, la DREAL a demandé à l'exploitant de justifier la non-incidence des travaux miniers réalisés sur la stabilité de l'exploitation.

Ce document a pour objet de répondre à cette demande. Il actualise l'étude géotechnique de 2001.

## **1. DONNEES**

On rassemblera ci-après les données utiles pour l'analyse de la stabilité de l'exploitation.

### 1.1. Données cartographiques

On trouvera en annexe les plans suivants :

- un extrait de la carte géologique présentée à l'échelle 1/10000
- des plans des travaux miniers : plan général à l'échelle 1/5000 et plans de détail du quartier Extrême Nord à l'échelle 1/500 et du quartier Sud à l'échelle 1/1000.

### 1.2. Données géologiques

La couche exploitée est une couche de 4 m de puissance environ offrant un pendage compris entre 35 et 40 degré plongeant vers le Nord-est. L'azimut de la direction du pendage est voisin de 60N.

La couche se situe dans le flanc Est de l'anticlinal du Grand Colombier et est insérée dans un ensemble important de séries calcaires. Les terrains de recouvrement de la couche de calcaire bitumineux sont constitués entièrement par du calcaire portlandien. La hauteur de recouvrement varie entre 250 et 300 m. La coupe de la figure 1 ci-dessous est une coupe type du gisement suivant la direction du pendage. La hauteur de recouvrement est voisine de 250 m à l'aplomb de la galerie de La Dorche mais à l'aplomb des zones d'exploitation (niveau 450 et niveau 480) elle est proche de 300 m.

La zone du gisement est affectée par des failles. On observe notamment l'existence d'une famille de failles dénommées F1 par l'exploitant dont l'azimut est compris entre 100N et 130N, famille qui semble être en relation avec la tectonique générale du flanc de l'anticlinal. Ces failles ne présentent pas de rejet vertical notable. Elles sont constituées par de nombreuses cassures comportant un remplissage d'argile et conduisent à l'existence de zones fracturées argileuses d'extension assez importante rendant le calcaire exploitable. Ces zones délimitent des panneaux d'exploitation.

### 1.3. Données sur l'exploitation

L'infrastructure de la mine comprend :

- une galerie d'accès à la cote 450, d'une longueur d'environ 700 m.
- trois niveaux horizontaux :
  - les deux niveaux d'exploitation 450 et 480

- la galerie de la Dorche à la cote 570 qui débouche au Nord dans la vallée de la Dorche
- un montage entre le niveau 450 et la galerie de la Dorche

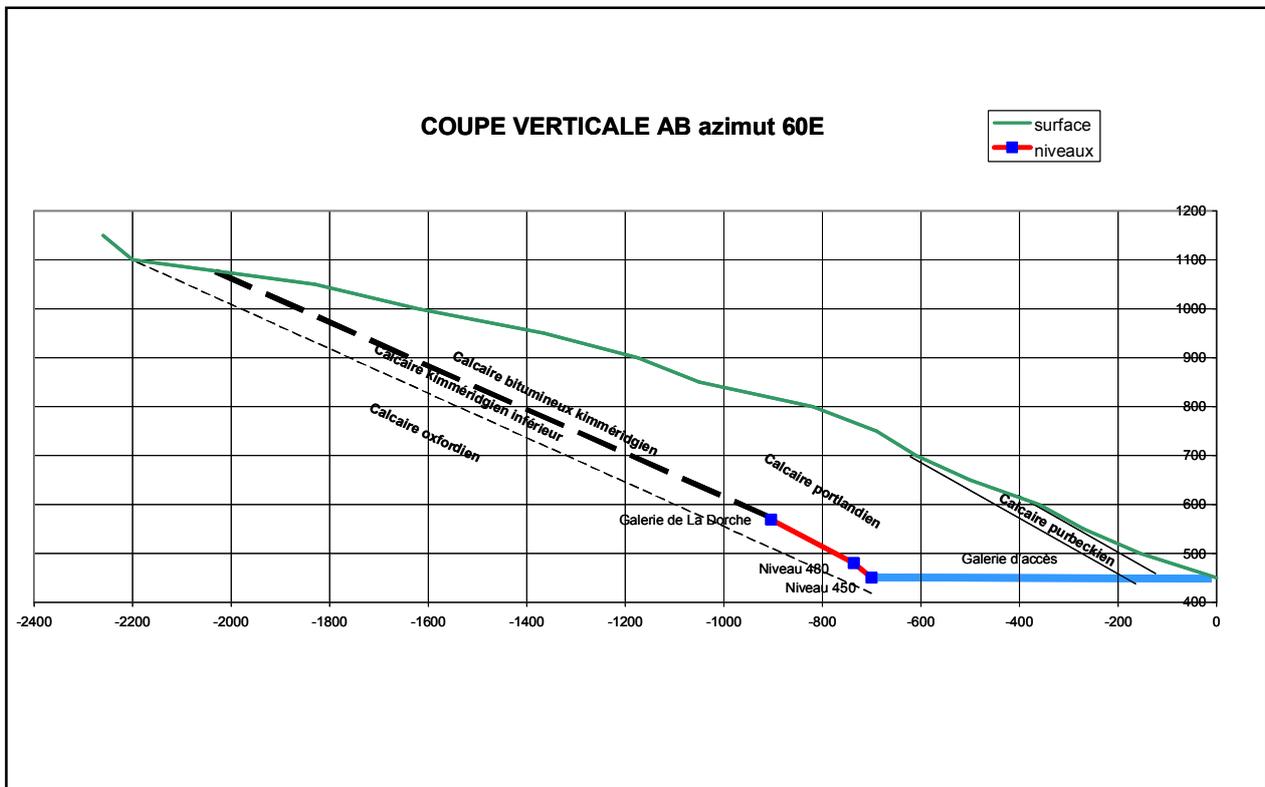


Fig.1. Coupe AB (voir carte géologique en annexe)

La méthode d'exploitation mise en œuvre jusqu'à ce jour est une méthode par chambres montantes démarrées à partir d'un niveau. Les chambres sont laissées pleines durant le temps d'exploitation afin de pouvoir constituer un « plancher » de travail pour le front d'abattage, période durant laquelle on ne soutire à partir du niveau de base que le foisonnement. La chambre est vidée lorsque l'arrêt du front d'abattage est décidé. Des recoupes sont effectuées dans les piliers afin de pouvoir circuler entre les chambres, accéder aux fronts et permettre l'aéragé.

La majeure partie de la roche extraite a été obtenue à partir du niveau 450.

L'exploitation comprend deux quartiers : le quartier Sud, situé au Sud du montage 450/570 et le quartier Nord situé au Nord de ce montage.

Le quartier Sud, à ce jour abandonné, comprenait quatorze chambres d'une longueur de l'ordre de 150 m et a été exploité dans une zone peu faillée. L'arrêt du développement de ce quartier vers le sud est dû à la présence d'une zone faillée.

Le quartier Nord est affecté par des zones faillées, en particulier par une zone dite F1 Nord. Les panneaux d'exploitation peuvent être classés comme suit :

- un panneau situé à l'Ouest de F1 Nord où l'on a exploité les chambres 1N, 2N, 3N et 4N qui ont été stoppées par l'existence de failles F1 Centre et F2 Centre.
- un panneau réalisé à partir du niveau 480 avec le démarrage des chambres 41, 42, 43 et 45. Ces chambres ont été rapidement stoppées par la présence d'une zone de failles
- un panneau situé à l'Est de la faille F1 Nord où les chambres 5N, 6N, 7N, 8N, 9N, 10N, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20 ont été exploitées jusqu'au proche

contact avec la zone faillée F1 Nord.

#### 1.4. Etudes géotechniques antérieures

Les études géotechniques destinées à dimensionner l'exploitation en vue d'assurer la stabilité des vides, ont donné lieu aux rapports suivants :

- « Caractéristiques mécaniques du minerai ». Ecole des Mines de Paris. Réf. SE76/4. Date 1976.
- « Etude sur le taux de défruitement ». Ecole des Mines de Paris. Réf. R76/5. J. Fine 1976.
- « Caractéristiques mécaniques d'échantillons de calcaire bitumineux ». Ecole des Mines de Paris. Réf. R2001/7/ROC/MR. B. Humbert. Août 2001.
- « Analyse géotechnique du projet d'exploitation du quartier Nord ». Ecole des Mines de Paris. Réf. ORB/011. J. Fine. 25 septembre 2001.
- « Résultats de l'étude structurale du quartier 480 ». Document Mines d'Orbagnoux. P. Pierron. 2/3/2006.

#### 1.5. Données géotechniques.

Les données nécessaires pour un calcul de dimensionnement sont relatives au comportement de la matrice rocheuse des terrains concernés et à l'état de fracturation naturelle du massif.

##### 1.5.1. Caractéristiques du calcaire.

Ces caractéristiques ont été mesurées à deux reprises : en 1976 et en 2001. A partir de blocs prélevés in situ, le laboratoire de l'Ecole des Mines de Paris a procédé aux essais suivants :

- mesure du poids volumique
- mesure de la courbe effort-déformations en compression simple
- mesure de la résistance à la traction
- mesure de la cohésion et de l'angle de frottement sur des plans parallèles à la stratification

On se reportera aux rapports cités précédemment pour le détail des essais. On a rassemblé dans le tableau 1 les résultats de ces deux opérations qui donnent des résultats tout à fait similaires.

Nous retiendrons les résultats essentiels suivants:

- la résistance moyenne à la compression est de 88 MPa
- il n'y a pas de différence significative entre les divers horizons de la couche
- l'influence de l'eau n'est pas notable
- les plans de stratification ne sont pas des plans de moindre résistance. En effet, en adoptant un angle de frottement de 73 degré mesuré par les essais de cisaillement, la cohésion de ces plans que l'on déduit des essais de compression est de 6.4 MPa, valeur tout à fait identique à celle provenant des essais de cisaillement.
- le poids volumique saturé est de 21.9 kN/m<sup>3</sup> (21.6 kN/m<sup>3</sup> pour les éprouvettes sèches).
- la résistance ultime  $R_u$  du calcaire est la contrainte qu'il ne faut pas dépasser si l'on veut qu'aucune rupture différée dans le temps ne se produise. Nous prenons comme valeur de cette résistance la limite d'élasticité du matériau, c'est-à-dire la plus basse des valeurs correspondant à la fin des parties linéaires des courbes donnant la déformation longitudinale ou la déformation transversale en fonction de la charge appliquée. L'examen des courbes a conduit à fixer cette valeur à 30 MPa, aussi bien à

partir des essais de 1976 que des essais de 2001.

Tableau 1. Synthèse des essais

Réf.	poids volumique saturé kN/m <sup>3</sup>	Module de Young MPa	Coefficient de Poisson	Résistance à la compression MPa	résistance à la traction MPa	Cisaillement	
						Cohésion MPa	Angle frottement degré
1976-Bloc 1	21,5	13070	0,13	101			
1976-Bloc 2	22,4	16280	0,11	78	72		
1976-Bloc 3	23,1	19060	0,1	72			
1976-Bloc 4	22,4	16080	0,1	74			
2001-Bloc 1	21,55	11890	0,29	96	11	5,9	68
	21,5	9830	0,36	94	10,2		
	21,45	11690	0,26	86			
	21,45	10840	0,26	78			
	21,4	12430	0,25	93			
2001-Bloc 2	22,05	13990	0,26	101	10,6	8	72
	21,9	10680	0,37	94	9,7		
	21,95	12190	0,26	95	9,6		
	21,95	9610	0,27	53			
	21,9	14410	0,24	94			
	21,35	11390	0,27	106			
	21,3	11110	0,28	89			
	13410	0,26	92				
2001-Bloc 3	22,3	15890	0,24	103	8,8	5,5	80
	22,4	15490	0,25	87			
	22,3	14410	0,22	90			
	22,25	16200	0,22	74			
Moyenne	21,9	13331	0,24	88,1	18,8	6,5	73

### 1.5.2. Fracturation

Vis-à-vis de la stabilité d'un ouvrage minier, la fracturation naturelle peut avoir un grand rôle ou au contraire aucun rôle. C'est l'orientation des plans de fracture ainsi que les caractéristiques de ces fractures qui jouent un rôle prépondérant.

D'un point de vue géotechnique, les plans de stratification ne peuvent pas être assimilés à des discontinuités car leur résistance est très importante comme l'ont montré les essais en laboratoire. Seuls, le contact entre le calcaire bitumineux et le toit ainsi que le contact entre le calcaire et le mur peuvent être considérés comme des discontinuités au sens mécanique.

En revanche, les plans de fracture associés aux failles peuvent être très défavorables. Ces plans sont à peu près perpendiculaires au plan de stratification et présentent un remplissage argileux.

### 1.5.3. Contraintes naturelles

L'estimation des contraintes naturelles est importante dans un calcul de dimensionnement mais cette estimation ne peut se faire avec rigueur.

En effet, dans un massif peu tectonisé où le relief de surface est subhorizontal, on admet que la contrainte verticale  $\sigma_v$  en un point situé sous H mètres de recouvrement correspond au poids des terrains sus-jacents, soit:

$$\sigma_v = \gamma H$$

$\gamma$  étant le poids volumique moyen des terrains de recouvrement. On aurait donc ici :

$$\sigma_v = 0.0022 \times 300 = 6.6 \text{ MPa}$$

en prenant  $H=300$  m comme hauteur de recouvrement et  $\gamma=22$  kN/m<sup>3</sup> comme poids volumique. On notera que dans le rapport de 2001, on avait majoré ce poids volumique à 25 kN/m<sup>3</sup> pour disposer d'une marge de sécurité, étant donné que ce poids n'a pas été mesuré sur des échantillons prélevés dans l'ensemble des terrains de recouvrement.

Sous le flanc des reliefs montagneux, où non seulement la contrainte verticale peut ne pas strictement correspondre au poids des terrains sus-jacents mais aussi où la direction de la contrainte principale majeure n'est pas forcément la direction verticale, il en va différemment. Pour avoir une estimation quantitative précise, il serait nécessaire de réaliser des mesures in situ de ces contraintes mais les techniques que l'on pourrait mettre en œuvre sont très onéreuses et l'expérience a montré sur d'autres sites que les résultats obtenus étaient toujours tellement dispersés qu'en fin du compte l'incertitude n'était souvent pas levée.

Une autre méthode consiste à faire des modèles de calcul numérique mais les résultats dépendent des conditions aux limites que l'on introduit. Ces conditions peuvent être très discutables si l'on pense que le massif est sujet à des forces tectoniques, ce qui risque d'être le cas à Orbagnoux. Néanmoins, un calcul de ce type a été effectué dans l'étude de 2001. Nous ne le reprendrons pas dans le présent document. La conclusion du calcul était d'estimer qu'il était raisonnable de calculer la contrainte verticale à partir du poids des terrains sus-jacents.

#### 1.6. Données hydrogéologiques

La perméabilité du massif est essentiellement une perméabilité de fractures, soit à cause des failles soit à cause de dissolution de type karstique. Des venues d'eau peuvent donc survenir dès que les chenaux de circulation sont interceptés par l'exploitation. Leur débit peut être important. L'exploitant essaie d'éviter cette situation.

#### 1.7. Observations

Depuis 2001, le personnel de la Mine n'a pas observé d'éboulements : aucun toit de chambre ne s'est effondré et aucun pilier ne s'est dégradé.

Nous avons effectué une visite du site le 26 mars 2014. En particulier, nous avons pu accéder aux vides suivants :

- niveau 450
- chambre 15 d'où on a pu apercevoir la partie supérieure de la chambre 16.
- chambres 11 et 12 d'où on a pu apercevoir la chambre 14
- chambre 10
- niveau 480 et chambre 1N

Aucune manifestation de pression de terrain n'a été observée ni aucune chute de blocs.

#### 1.8. Mesures

En 1976, nous avons préconisé d'installer deux appareils pour effectuer des mesures du rapprochement éventuel toit-mur. En effet, nous craignons que le calcaire bitumineux soit soumis à long terme à un fluage qui aurait pu être dû à la migration de l'huile dans la roche. Ces appareils ont été installés et aucun mouvement n'a été décelé.

## 2. DIMENSIONNEMENT

### 2.1. Schémas préconisés.

Les études de 1976 et de 2001 aboutissaient au dimensionnement suivant :

- largeur des chambres : 8 m
- largeur des piliers : 4 m
- refentes des piliers :
  - espacement de 6 m ou plus
  - hauteur limitée à 2 m
  - largeur 2 m

Ce dimensionnement correspondait à un taux de défruitement surfacique de 75%

Dans l'arrêté préfectoral en date du 8/2/2007 autorisant l'exploitation, le même dimensionnement était repris à l'exception de la largeur des galeries qui était réduite à 7.5 m. Ce schéma correspond à un taux de défruitement de 74%.

### 2.2. Schéma réalisé.

Le schéma réalisé lors de l'exploitation des chambres 14, 15, 16 et 17 n'est pas aussi régulier que le schéma théorique. Cela est dû aux conditions de travail difficiles sur les fronts d'abattage, notamment la perforation des trous d'explosif est faite manuellement.

A partir du plan du quartier, nous avons effectué un calcul de surface des piliers ainsi que de l'aire tributaire de chaque pilier. On rappelle que le contour de l'aire tributaire d'un pilier est défini en faisant passer une ligne par le milieu des galeries adjacentes au pilier.

La figure 2 présente le plan du quartier Nord digitalisé et le tableau 2 donne les résultats du calcul : aire des piliers  $A_p$ , aire tributaire  $A_t$ , taux de défruitement  $t$  et taux de charge (inverse du taux de défruitement, ce qui correspond au facteur par lequel il faut multiplier la contrainte naturelle pour obtenir la charge sur le pilier).

Le taux de défruitement de l'ensemble des 4 chambres s'établit à 71,3 %.

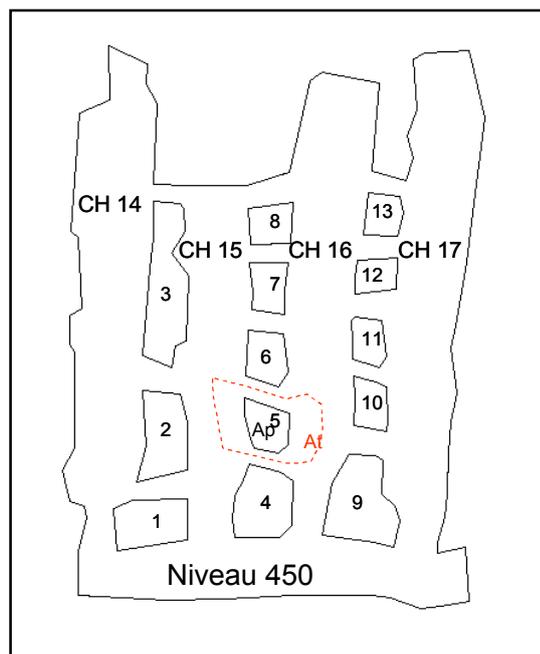


Fig.2. Plan digitalisé du quartier Extrême Nord. Ce plan est une projection sur le plan de la couche. En pointillé, aire tributaire  $A_t$  du pilier 5

Tableau 2. Calcul des aires tributaires et du taux

	Ap en m <sup>2</sup>	At en m <sup>2</sup>	t %	taux de charge
1	46.93	134.19	65.0	2.9
2	51.79	174.79	70.4	3.4
2	79.59	271.64	70.7	3.4
4	54.22	150.95	64.1	2.8
5	26.50	100.60	73.7	3.8
6	28.16	107.74	73.9	3.8
7	24.75	101.09	75.5	4.1
8	23.51	96.73	75.7	4.1
9	72.00	195.13	63.1	2.7
10	22.60	102.15	77.9	4.5
11	20.69	90.78	77.2	4.4
12	19.97	94.90	79.0	4.8
13	20.99	94.81	77.9	4.5
taux moyen			71,3	

La largeur des chambres réalisées est également irrégulière. La figure 3 présente la valeur de la largeur des chambres 14 à 17. Seule la largeur de la chambre 15 reste inférieure à 7.5 m., celle des autres chambres est voisine de 8 m avec un élargissement à 9 m dans la partie supérieure des chambres 14 et 16.

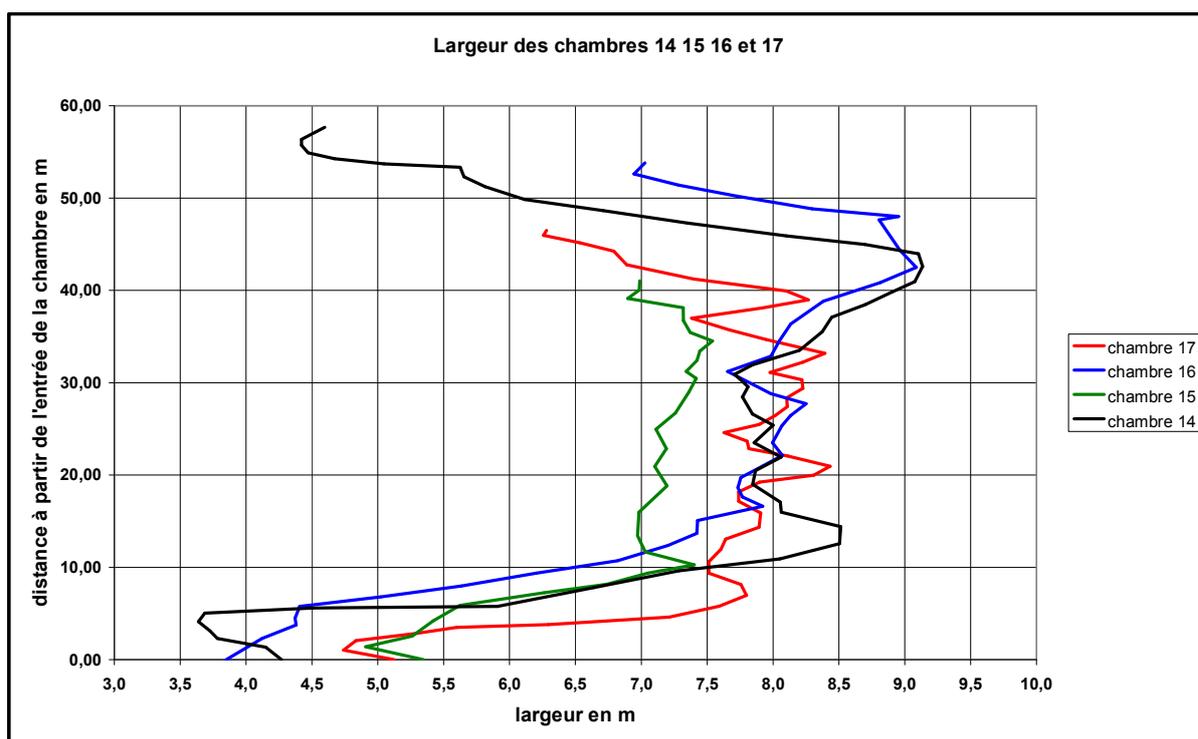


Fig.3. Largeur des chambres 14, 15, 16 et 17

### 2.3. Impact du schéma réalisé sur la stabilité

Il s'agit de savoir si le schéma réalisé peut avoir des conséquences sur la stabilité des travaux souterrains. Ces conséquences peuvent concerner les piliers ou le toit des chambres.

### 2.3.1. Stabilité des piliers.

Pour une couche horizontale, l'approche du taux de défrètement par la théorie de l'aire tributaire consiste à exprimer que la contrainte moyenne sur les piliers est liée au poids d'une colonne de terrain ayant pour hauteur l'épaisseur des terrains de recouvrement sus-jacents. Pour une couche pentée, l'estimation de la contrainte moyenne est plus incertaine car l'orientation de la contrainte maximale de compression peut ne pas s'exercer perpendiculairement à la stratification.

Dans le rapport de 2001, des calculs numériques ont été effectués pour essayer de préciser la valeur de cette contrainte et son orientation. On en avait déduit que la contrainte perpendiculaire à la stratification était inférieure à celle correspondant au poids des terrains d'une colonne verticale. Nous ne reprendrons pas ces calculs mais nous adopterons l'hypothèse pessimiste d'une colonne verticale pesante.

En adoptant une contrainte moyenne  $R_u$  de 30 MPa à ne pas dépasser pour une résistance à la compression du calcaire de 88 MPa et en prenant 300 m comme majorant de la hauteur de recouvrement, le taux de défrètement admissible donné par la relation

$$t = 1 - \frac{\gamma H}{R_u}$$

où :

H est la hauteur de recouvrement

$\gamma$  est le poids volumique des terrains de recouvrement

est égal à 78% avec  $\gamma=22$  kN/m<sup>3</sup> et 75% avec  $\gamma=25$  kN/m<sup>3</sup> cette dernière valeur étant probablement très majorée. Un taux de 75% avait été préconisé dans les études antérieures.

On constate que le taux moyen réalisé dans le quartier Nord relatif à la zone des chambres 14 à 17 est de 71.3 % et reste donc inférieur au taux préconisé. Par ailleurs, on peut faire les commentaires suivants :

- l'expérience semble montrer que dans les exploitations minières de couches pentées, après ouverture des vides la contrainte majeure sur les piliers tend à s'exercer perpendiculairement à la stratification
- la couche de calcaire bitumineux ne possède pas de plans de discontinuités stratigraphiques qui seraient caractérisés par une cohésion et un angle de frottement faible. Seuls, le toit et le mur pourraient avoir ces caractéristiques, ce qui ne peut induire une dégradation des piliers
- les panneaux d'exploitation de la mine d'Orbagnoux ont des dimensions restreintes puisque la présence de zones faillées conduit à laisser en place des bandes ou très gros piliers. Il en résulte que la théorie de l'aire tributaire est pessimiste : le poids des terrains sus-jacents ne repose pas entièrement sur la zone exploitée mais une part est reprise sur les bords des panneaux. On estime souvent qu'il est nécessaire qu'un panneau d'exploitation atteigne des extensions horizontales égales à la hauteur de recouvrement pour que toute la charge du recouvrement repose sur les piliers. Dans le cas du quartier nord, l'extension du panneau des chambres 14 à 17 ne dépasse pas 60 m, ce qui est très faible par rapport au recouvrement de 280 à 300 m des quartiers en exploitation.

### 2.3.2. Stabilité du toit.

La stabilité du toit d'une galerie à section rectangulaire creusée dans un massif stratifié dépend des paramètres suivants :

- de la largeur de la galerie
- des caractéristiques physiques de la stratigraphie : existence de joints de stratification bien marqués avec ou sans remplissage, épaisseur des strates
- de la résistance à la compression et à la traction de la matrice rocheuse constituant les strates
- des caractéristiques mécaniques des joints de stratification : cohésion, angle de frottement et dilatance
- des contraintes s'exerçant sur le toit et notamment des contraintes horizontales
- de la fracturation naturelle du toit autre que les joints de stratification.

L'état de contrainte qui s'instaure dans un toit stratifié est schématisé sur la figure 4. Il est caractérisé par :

- des contraintes horizontales de compression sur la face supérieure de la planche au centre de la galerie ainsi que sur la face inférieure au voisinage des parements,
- des contraintes horizontales de traction sur la face inférieure de la planche au centre de la galerie ainsi que sur la face supérieure dans les zones situées à l'aplomb des parements. Ces contraintes de traction peuvent engendrer des fissures dans l'axe du toit, ces fissures peuvent se propager vers le haut mais les contraintes de compression horizontales augmenteront et il s'établit alors un état d'équilibre si ces contraintes ne dépassent pas la résistance de la roche.
- des contraintes de cisaillement entre les différents bancs qui atteignent leur valeur maximale dans la zone située au voisinage des parements.

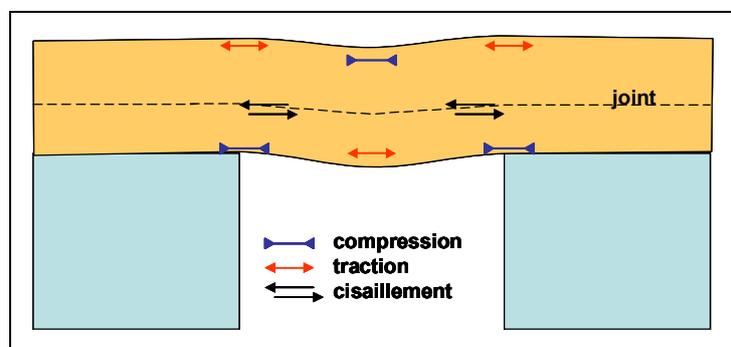


Figure 4 : Schématisation des contraintes dans le toit

Deux types de comportement peuvent être distingués :

- un comportement en dalle unique s'il n'y a pas cisaillement des joints de stratification,
- un comportement en dalles multiples si les joints sont cisailés.

Un joint de stratification est caractérisé, d'un point de vue mécanique, par les paramètres suivants :

- la cohésion  $c$  du joint,
- l'angle de frottement  $\phi$  entre les deux lèvres du joint
- la dilatance  $\delta$  du joint : ce paramètre définit l'aptitude des deux lèvres du joint à s'écarter si ces deux lèvres glissent l'une par rapport à l'autre.

Il y aura cisaillement du joint si la relation ci-après est satisfaite :

$$\tau > c + \sigma_n \operatorname{tg}(\phi + \delta)$$

où  $\tau$  est la contrainte tangentielle s'exerçant sur le plan du joint et  $\sigma_n$  est la contrainte s'exerçant orthogonalement à ce plan.

Dans le cas où il y a cisaillement des joints, donc comportement du toit en dalles multiples, le risque de rupture est important et un boulonnage devient nécessaire.

En l'absence de cisaillement des joints, le toit se comporte en dalle unique et sera stable si les contraintes de compression horizontales ne sont pas excessives.

Dans le cas d'Orbagnoux, en dehors des zones affectées par une fissuration naturelle autre que la stratification, on constate :

- que les résistances du calcaire en compression et en traction sont importantes
- que les joints de stratification éventuels qui affecteraient le toit ne sont pas cisailés puisque aucun éboulement ne s'est produit pour des largeurs de galerie nettement supérieures à celles pratiquées usuellement. En effet, on note des largeurs importantes dans les chambres du quartier Nord 7N, 12 (12 m), 19 (10.5 m) et 20 (10 m) ainsi que dans certaines chambres du quartier Sud comme on peut le constater sur la figure 5 où, dans leur partie supérieure, les chambres 6 et 8 atteignent une dizaine de mètres de largeur.

En conséquence, **en l'absence de fractures naturelles**, donc en dehors des zones faillées, des écarts à la règle définie pour la largeur de galerie semblent avoir peu d'impact sur la stabilité du toit tant que ces écarts restent locaux et ne dépassent pas 2 ou 3 m.

Il serait intéressant de pouvoir calculer quelle serait la largeur des chambres qui provoquerait un éboulement rapide. Un tel calcul ne peut conduire à un résultat suffisamment précis car l'hypothèse à formuler sur la valeur des contraintes horizontales est prépondérante. Si l'on admettait une contrainte horizontale égale à la contrainte verticale, une chambre de 20 m de largeur serait possible en l'absence de fracturation naturelle. Pour illustrer cette situation, on peut citer les Ardoisières d'Angers où, à 400 m de profondeur, on ouvrait des chambres de 45 m de largeur, la contrainte horizontale étant très forte.

**En présence de fractures naturelles** avec remplissage, les instabilités du toit se feraient sous la forme de chute de blocs. En général, un bloc résulte de la conjonction de 3 plans de fractures au minimum. C'est donc dans les zones faillées où ce risque est important et d'autant plus important lorsque les fractures sont remplies d'argile. Si un seul plan de fracture existe au toit d'une chambre, compte tenu du fait que les plans de fractures observés à Orbagnoux sont perpendiculaires au plan de stratification donc au toit, le risque d'instabilité est très faible.

Le risque est donc lié à la présence de fractures et dépend très peu de la largeur des chambres, sauf pour dire que plus la chambre sera large plus la probabilité de rencontrer des fissures défavorables est grande.

Les chambres n'étant exploitées que dans les zones où le calcaire est peu fissuré et où l'argile est absente, on peut donc estimer que des écarts de largeur par rapport à l'arrêté préfectoral n'ont pas d'impact sur le risque de chute de bloc.

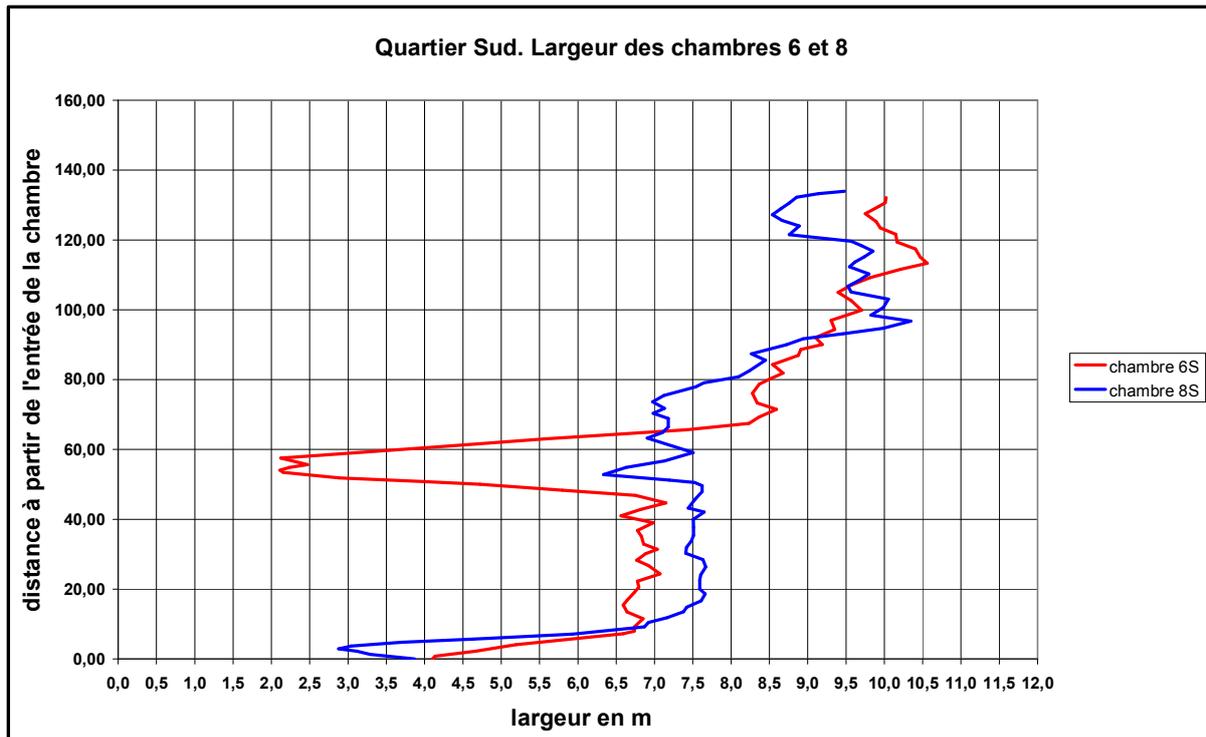


Fig.5. Largeur des chambres 6 et 8 du quartier Sud.

### 3. CONCLUSIONS

Dans toute exploitation utilisant la méthode des chambres et piliers, les instabilités des vides souterrains peuvent se manifester par la rupture des piliers ou par l'effondrement du toit des chambres.

Dans le cas des travaux miniers d'Orbagnoux, on peut estimer que le dimensionnement du schéma d'exploitation est apte à éviter la rupture des piliers car :

- Le schéma est basé sur une charge moyenne de 30 MPa alors que la résistance moyenne à la compression est de 88 MPa
- L'exploitation évitant les zones faillées, la résistance des piliers ne peut être affectée notablement par les fractures naturelles
- Le taux de défruitement fixé à 75% n'est pas dépassé dans le quartier extrême Nord (73%)
- La charge des terrains de recouvrement est probablement inférieure à celle correspondant à la hauteur de recouvrement car les panneaux d'exploitation ont des dimensions bien inférieures à la hauteur de recouvrement
- Aucune manifestation de charge ne peut être décelée par les observations.

En conséquence, il n'y a pas lieu de remettre en cause le dimensionnement adopté. Des écarts au dimensionnement des piliers tels que l'on peut les constater et qui ne conduisent pas à un taux de défruitement supérieur au taux fixé ne sont pas de nature à induire un risque de rupture des piliers même s'il est préférable d'adopter une géométrie régulière.

En ce qui concerne le toit des chambres, la largeur fixée à 7.5 m paraît être extrêmement sécuritaire car :

- Le toit ne se comporte pas en dalles multiples car les terrains ne se présentent pas comme une superposition de strates séparées par des discontinuités à faible cohésion et à faible coefficient de frottement

- La résistance de la roche étant importante, la largeur des chambres susceptible de provoquer des ruptures par excès de contrainte est probablement très supérieure à 10 m.
- Les zones où la fracturation naturelle est importante ne sont pas exploitées. De telles zones peuvent occasionner des chutes de bloc mais ce risque n'est pas lié à la largeur des chambres.
- Les observations montrent que la largeur d'un nombre notable de chambres est supérieure à 8 m et qu'aucun éboulement ne les a affectées.

En conséquence, les fluctuations de la largeur des chambres observées en 2014 dans les chambres 14, 16 et 17 ne doivent pas avoir d'impact sur la stabilité.



**ANNEXE**

Carte géologique

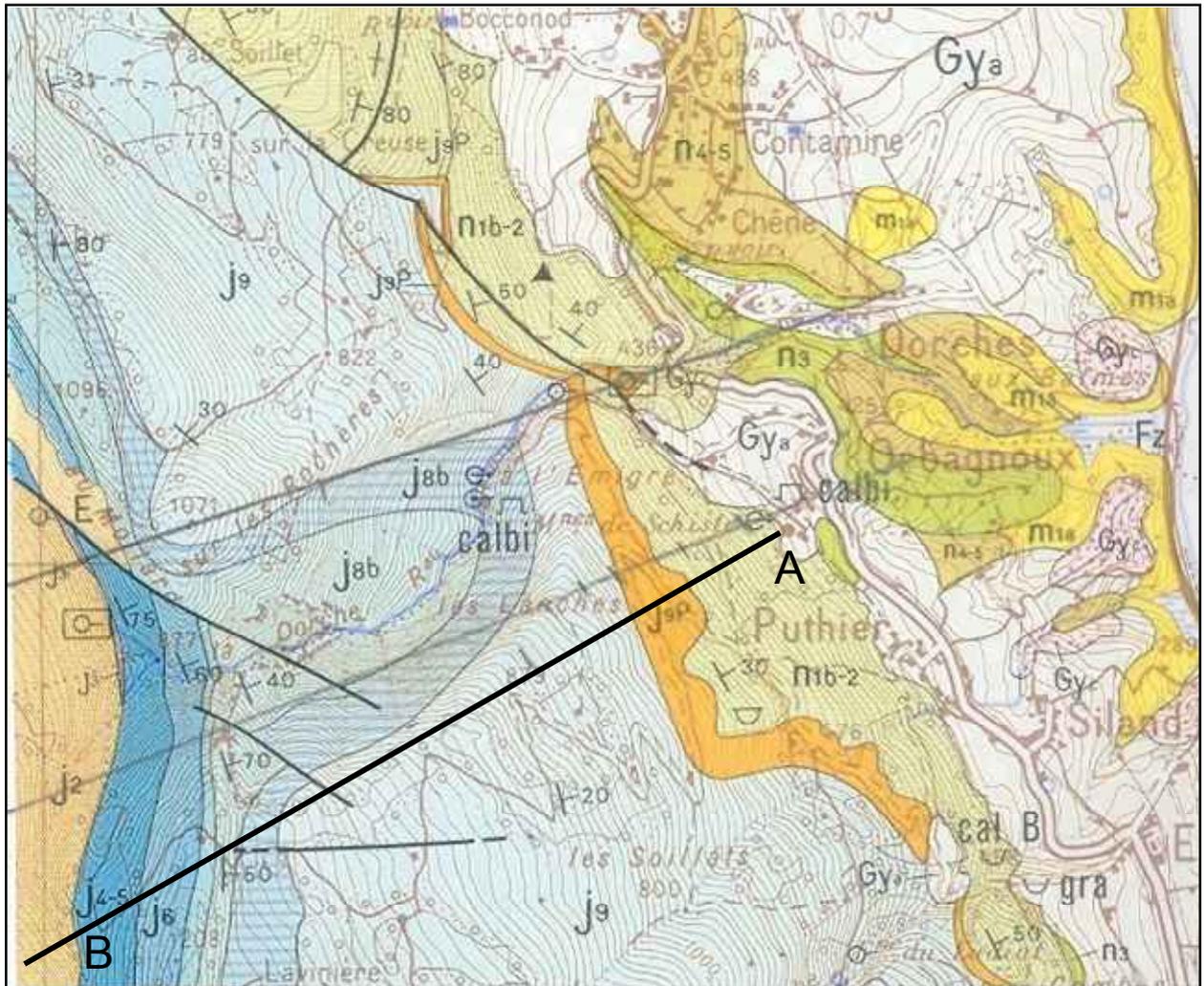
Plan des travaux miniers. Echelle 1/5000

Plan des travaux miniers du quartier extrême Nord. Echelle 1/500

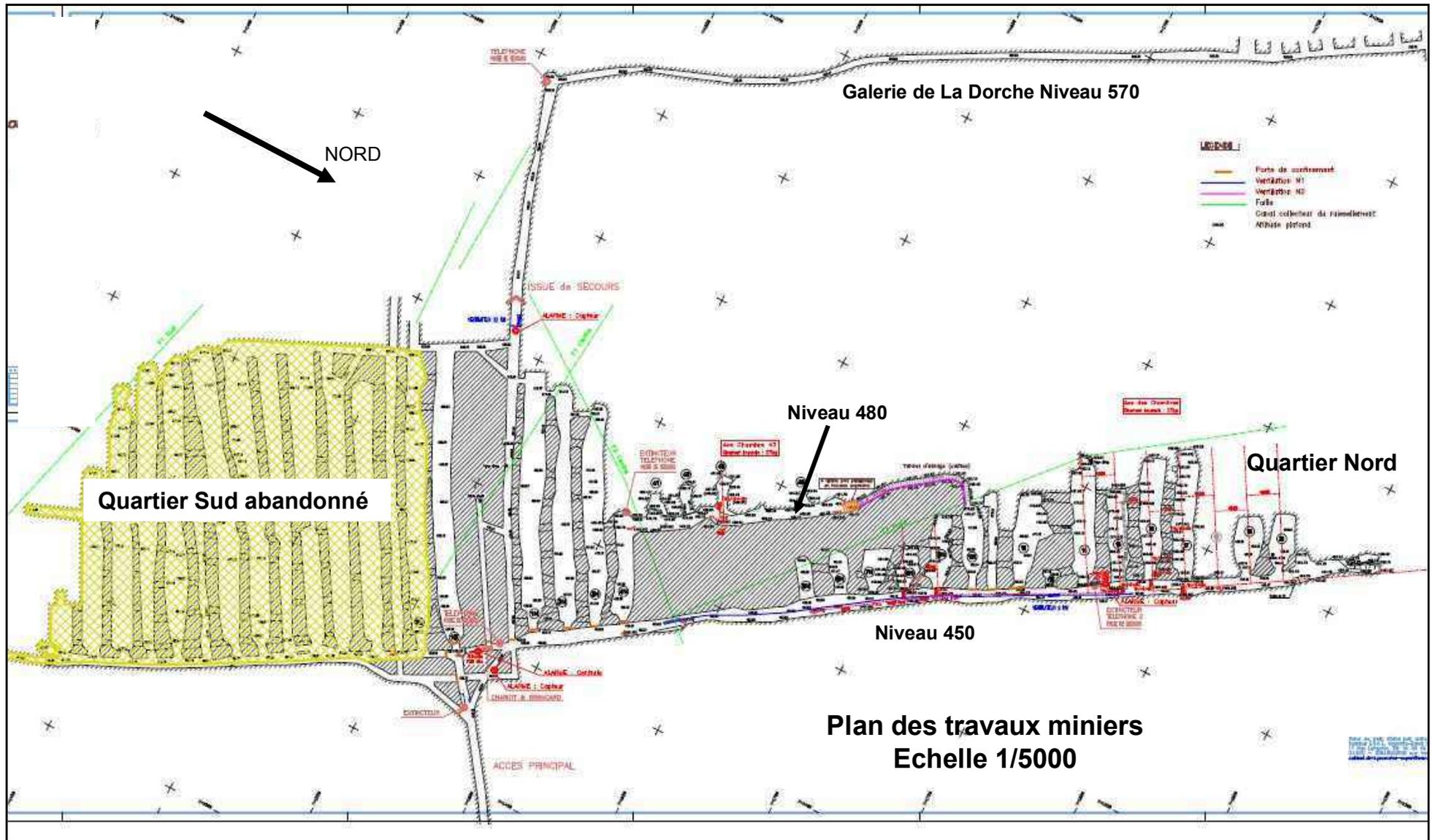
Plan des travaux miniers du quartier Sud.



Extrait de la carte géologique Feuille seysssel. Echelle 1/25000









**ANNEXE 6 : NOTE GEOTECHNIQUE POUR LA CONCEPTION DES  
CHAMBRES D'EXPLOITATION**

---



200351.01-RN001  
5 septembre 2022

**Société des Mines d'Orbagnoux**

**DEMANDE D'AUTORISATION D'OUVERTURE DE  
TRAVAUX MINIERES POUR LA POURSUITE ET  
L'EXTENSION DES TRAVAUX EXISTANTS**

## **AVIS GÉOTECHNIQUE**



**BG Ingénieurs Conseils SAS**

13 rue des Emeraudes - F-69006 Lyon

Siège social: Immeuble METROSUD, 1, bd Hippolyte Marques - 94200 Ivry sur Seine - SAS au capital de 1 516 800 €

RCS Lyon 2007B04453 - SIRET 303.559.249.00121 - Code APE 7112B

T +33 4 72 56 36 00 – F +33 4 72 56 36 01 – lyon@bg-21.com – www.bg-21.com

FR 493 035 592 49 TVA

■ INGENIOUS SOLUTIONS



DEMANDE D'AUTORISATION D'OUVERTURE DE TRAVAUX MINIERS POUR LA POURSUITE ET  
L'EXTENSION DES TRAVAUX EXISTANTS

## AVIS GÉOTECHNIQUE

---

VERSION	-	a	b
DOCUMENT	200351.01-RN001		
DATE	5 septembre 2022		
ELABORATION	Gilles DEPAUW		
VISA	François MARTIN		
COLLABORATION			
DISTRIBUTION	M. LALOUA (Géo Plus environnement) D. COLLIN (Société des Mines d'Orbagnoux)		



<b>TABLE DES MATIÈRES</b>		Page
<b>1.</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Documents antérieurs</b>	<b>1</b>
<b>3.</b>	<b>Synthèse des données antérieures</b>	<b>1</b>
<b>4.</b>	<b>Visite du site et observations</b>	<b>2</b>
4.1	Galerie d'exploration	3
4.2	État des chambre exploitées – suivi de convergence	4
<b>5.</b>	<b>Avis géotechnique sur le projet d'extension</b>	<b>5</b>
5.1	Essais en laboratoire	5
5.2	Validation géotechnique	7
<b>6.</b>	<b>Stabilité des chambres à long terme</b>	<b>7</b>
<b>7.</b>	<b>Annexes</b>	<b>7</b>

## 1. Introduction

Dans le cadre de la demande d'Autorisation d'Ouverture de travaux Miniers pour la poursuite et l'extension des travaux existants d'extraction de calcaire bitumineux par la Société de Mines d'Orbagnoux sur la commune de Corbonod (01420), BG Ingénieurs Conseils a été mandaté, via Géo Plus Environnement, pour réaliser un avis géotechnique sur le projet d'extension.

Cette expertise est basée sur l'analyse des études précédentes, une visite de site et la réalisation de nouveaux essais en laboratoire.

## 2. Documents antérieurs

Les documents antérieurs mis à la disposition de BG Ingénieurs Conseils sont les suivants :

- [1] Analyse géotechnique du projet d'exploitation du panneau Nord. École Nationale Supérieure des Mines de Paris (Jacques Fine). Septembre 2001. 25 pages.
- [2] Quartier Nord – Actualisation de l'analyse géotechnique. École Nationale Supérieure des Mines de Paris (Jacques Fine). Avril 2014. 17 pages.
- [3] Demande de prolongation de concession minière au titre du code minier. Concession d'Orbagnoux. Gisement de calcaire bitumineux. Dossier R 10 01 5119-7. ENCEM. Décembre 2016. 147 pages.

## 3. Synthèse des données antérieures

Les données géologiques et géotechniques antérieures relatives au gisement sont les suivantes :

- La mine est exploitée selon la technique des chambres et piliers montantes, les chambres étant creusées à partir d'une galerie de base à la cote 450.
- La couche exploitée a une puissance de 4 m environ et un pendage compris entre 35 et 40 degrés vers le Nord-Est.
- La hauteur de recouvrement est voisine de 250 m et reste sensiblement constante au-dessus de l'exploitation et de la galerie de reconnaissance (Figure 1).
- Le gisement est affecté par des familles de failles sub-verticales, d'orientation :
  - F1 : N100E à N130E
  - F2 : N030E à N040E
- Ces failles sont altérées et contiennent un remplissage d'argile.
- La résistance moyenne en compression simple du minerai est de 88 MPa (Tableau 1).
- Il n'y a pas de différences significatives entre les divers horizons de la couche.
- Les plans de stratification ne sont pas des plans de moindre résistance, le comportement mécanique est globalement isotrope.
- Plusieurs venues d'eau ponctuelles de type karstique ont été rencontrées (qui ont conduit à modifier localement la géométrie des chambres et piliers).
- L'influence de l'eau sur la qualité du rocher n'est pas notable.

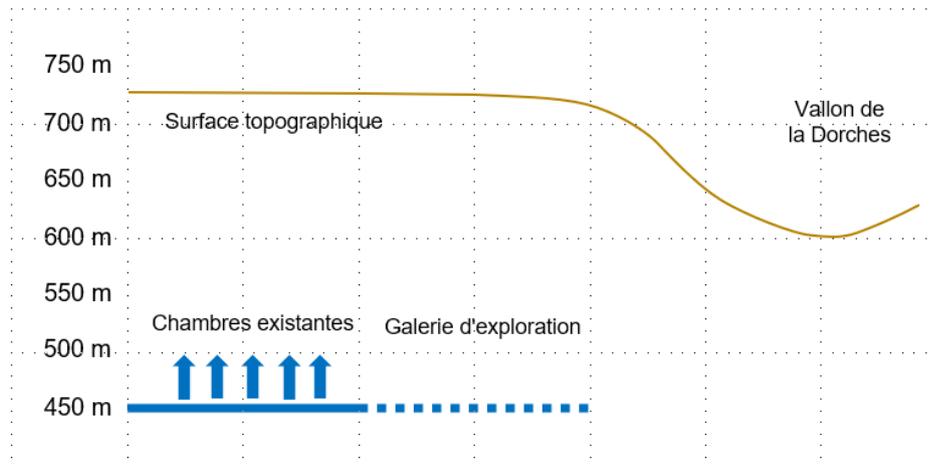


Figure 1 : Schéma de la situation topographique de la mine et la galerie de reconnaissance

Le Tableau 1 synthétise les principaux paramètres mécaniques du minerai (tiré de [1] et [2]).

	Poids Volumique saturé	Module de Young	Coeff. de Poisson	Résistance compression simple	Résistance traction indirecte (essais brésilien)	Cohésion	Angle de frottement
Symbole	$\gamma$	$E_y$	$\nu$	$R_c$	$R_{tb}$	$c$	$\phi$
Unité	kN/m <sup>3</sup>	GPa	-	MPa	MPa	MPa	degrés
Nb essais	21	21	21	21	6 *	3	3
<b>Moyenne</b>	<b>21,9</b>	<b>13,3</b>	<b>0,24</b>	<b>88</b>	<b>10,0 *</b>	<b>6,5</b>	<b>73</b>
Écart Type	0,5	2,5	0,07	12	0,7 *	1,1	5,0

\* un essai au résultat anormalement élevé (72 MPa) a été écarté.

Tableau 1 : Tableau de synthèse des essais géotechniques réalisés en 1976 et 2001

#### 4. Visite du site et observations

BG ingénieurs Conseils représenté par Gilles Depauw et François Martin a effectué une visite sur site le 04/05/2022 en compagnie de M. Laloua (Géo Plus Environnement) et M. Collin de la Société de Mines d'Orbagnoux.

La visite à pied a permis d'inspecter les secteurs suivants :

- La galerie d'accès en travers banc.
- Le niveau 450 mNGF du quartier Nord.
- Les 90 m déjà creusés (sur 150 m) de la galerie de reconnaissance du niveau 450 mNGF.
- Les chambres 17 à 10 suivant le circuit retour de l'aéragé.
- La section cintrée à travers une zone de failles argileuses, connectant au niveau 480 mNGF.
- Le niveau 480 mNGF du quartier Nord.
- La chambre 4N.



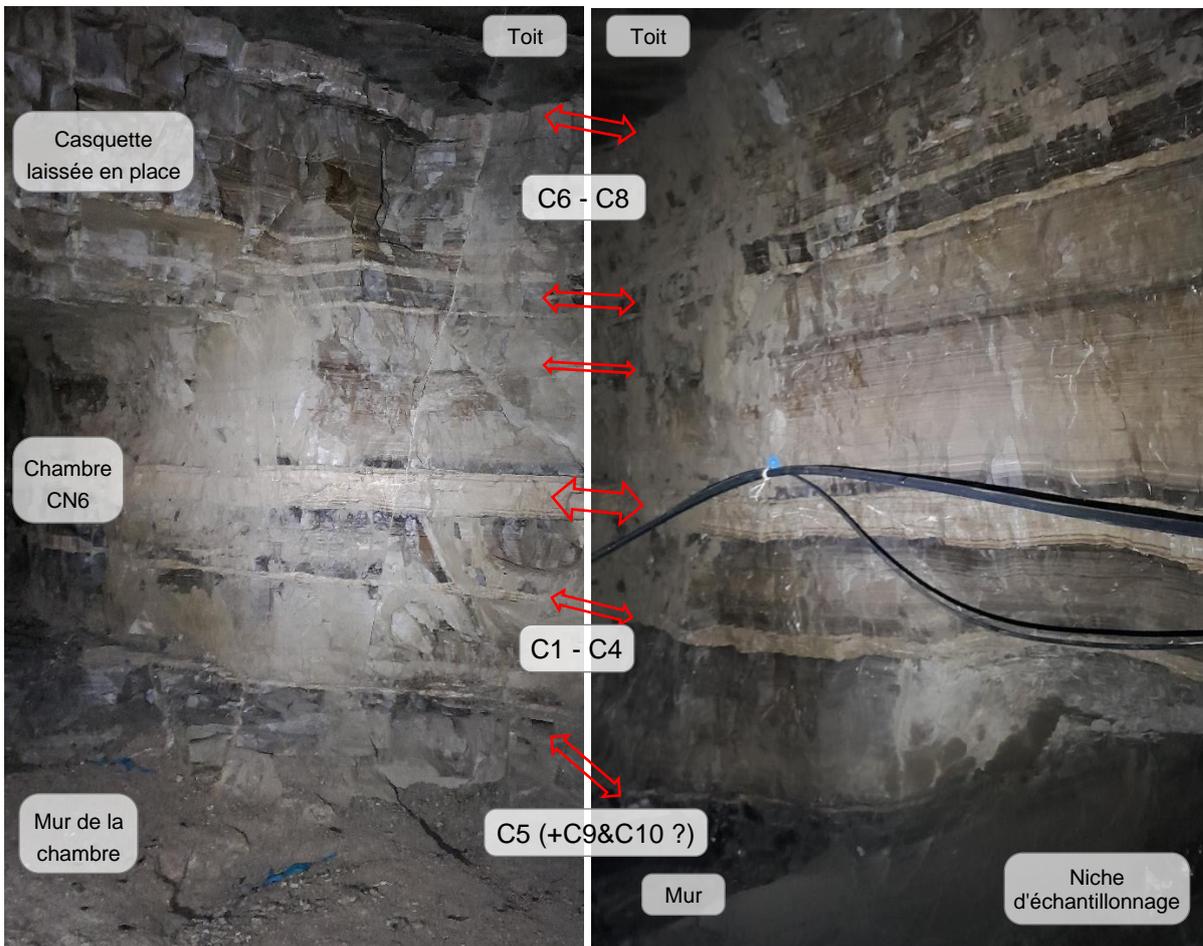


Figure 3 : Stratigraphie du gisement à la chambre Nord n°6 (gauche) et au niveau de la niche (droite).  
Position approximative des échantillons C1 à C10 dans la stratigraphie.

L'exploitation est gérée de telle manière que l'avancement des chambres est arrêté et modifié lorsqu'elles rencontrent des zones de faille argileuse – l'argile crée des pertes de rendement importantes à la cuisson du calcaire – ou lors de venues d'eau importantes – nécessité de gérer le captage et l'évacuation. Indirectement, ceci contribue à n'exploiter que les zones de bonne qualité géotechnique.

#### 4.2 État des chambre exploitées – suivi de convergence

La visite de site a permis de parcourir ou observer des vieux vides dont l'exploitation datait :

- Entre 15 à 20 ans : chambres 41 à 45 et la galerie d'accès à 480 mNGF (2001-2007)
- Entre 20 à 60 ans : chambres 1 à 14 et la galerie d'accès à 450 mNGF (1965-2001)

L'état général des chambres et galeries est bon à très bon avec les constatations suivantes :

- Pas de signe de contrainte excessive et de fracturation sur les piliers.
- Pas de chutes de toit, de signe de bombement, de fissuration.
- Pas de déformation significative enregistrée par les instruments de mesures.

En effet, deux cannes de convergence destinées à mesurer un éventuel raccourcissement de la distance entre le toit et le mur ont été installées dans les années 1980. On dispose de mesures entre 1992 et 2009 (Figure 4). En dehors des recalages, les variations sont nulles à très faibles (0,1 - 0,2 mm sur plusieurs années) pendant 17 années.

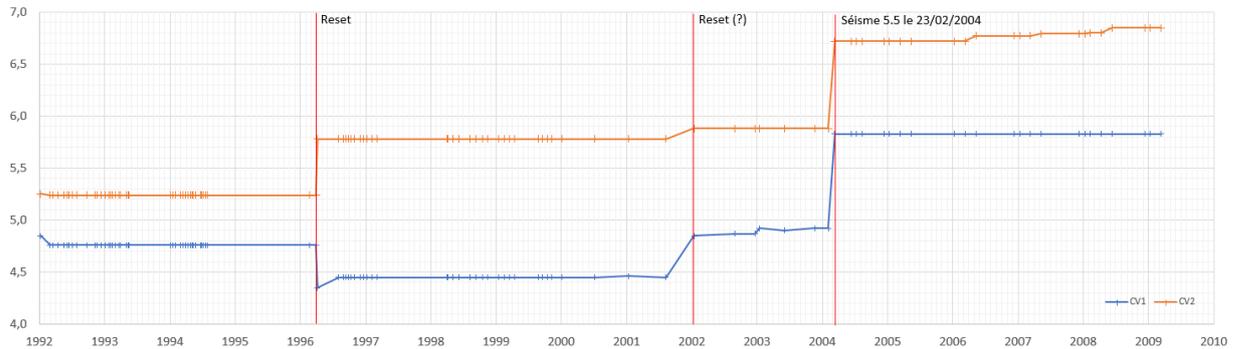


Figure 4 : Mesures de convergences dans les vieux vides entre 1992 et 2009

Des nouvelles mesures ont été prises lors de la visite en 2022 :

- CV1 (chambre 6 Sud) : 6,28 mm (contre 6,85 mm en 2009)
- CV2 (chambre 2 Nord) : 5,86 mm (contre 5,83 mm en 2009)

Il y aurait donc une très faible convergence de 0,6 mm sur CV1 en 13 années, et pas d'évolution sur CV2.

## 5. Avis géotechnique sur le projet d'extension

### 5.1 Essais en laboratoire

De nouveaux essais en laboratoire ont été réalisés en 2022 pour comparer les paramètres géotechniques dans la galerie d'exploration avec les valeurs précédentes rappelées dans le Tableau 1. Les échantillons ont été prélevés dans une petite niche creusée au milieu de la galerie d'exploration (approximativement au niveau de l'attaque de la future chambre 24). Les carottages sont les suivants :

- Toit de niche : Carottages C1 à C4, dirigés vers le haut et perpendiculaires au litage.
- Pied de niche : Carottage C5, vers le bas et perpendiculaire au litage, dans le mur du gisement.
- Petit parement opposé à la niche : Carottages horizontaux C6 à C8 réalisés dans la partie haute du gisement, proche du toit, avec un angle par rapport au litage (carottage C8 inexploitable car fracturé par le carottage et l'extraction).
- Blocs (issus de la chambre 21) : Carottages C9 et C10, perpendiculaire aux couches. La position des blocs dans le gisement est incertaine, mais la stratigraphie semble plutôt similaire au mur du gisement (équivalent C5).

Les premiers essais de compression simple réalisés par le laboratoire se sont révélés non exploitables (matériel presse inadaptée, de capacité insuffisante). Une deuxième série d'essais a permis d'obtenir des valeurs de Rc fiables. (Tableau 2). Les rapports d'essais sont fournis en annexe.



Figure 5 : Exemple de carottages perpendiculaires/obliques et bloc échantillonnés

Localisation	Échantillon	Poids Volumique saturé	Module de Young	Résistance compression simple	Résistance traction indirecte (essais brésilien)
		$\gamma$	$E_y$	$R_c$	$R_{tb}$
		kN/m <sup>3</sup>	GPa	MPa	MPa
Toit niche	C1.2		14,6	57	
Toit niche	C2	22,3			10,7
Toit niche	C3	21,7			11,6
Toit niche	C4.1		15,9	103	
Pied niche	C5.1		23,9	96	
Pied niche	C5.2	22,9			5,7
Petit parement	C6.1		26,8	86	
Petit parement	C7.1		25,3	57	
Petit parement	C8.2	23,4			10,1
Bloc	C9.2	23,7			9,6
Bloc	C10		23,4	93	
<b>Moyenne</b>		<b>22,8</b>	<b>21,7</b>	<b>82</b>	<b>9,6</b>
<b>Écart Type</b>		<b>0,7</b>	<b>4,7</b>	<b>18</b>	<b>2,0</b>
Nb		5	6	6	5

Tableau 2 : Résultats des essais en laboratoire de la campagne 2022

Comme dans les précédentes études, des carottages ont été réalisés avec un angle par rapport au litage (C6 à C8). Les échantillons n'ont pas rompu selon les plans de stratification, ce qui confirme les observations des études précédentes concluant que la stratification ne constitue pas une zone de rupture préférentielle.

L'ordre de grandeur des valeurs de  $R_c$  est similaire aux résultats antérieurs, 82 MPa en moyenne. Les légères différences et l'augmentation de l'écart peuvent s'expliquer par le plus faible nombre d'essais.

Le module d'Young en moyenne de 21 GPa est du même ordre de grandeur, légèrement plus élevé que les essais antérieurs (13 GPa).

La moyenne des valeurs de  $R_{tb}$  sont identiques entre les anciennes et les nouvelles mesures (10 MPa).

## 5.2 Validation géotechnique

L'analyse des études antérieures, les nouveaux relevés de terrain et les résultats des essais de laboratoire de 2022 permettent d'avancer les points suivants :

- La puissance du gisement, la stratigraphie, le pendage et la hauteur de couverture restent inchangés dans la galerie d'exploration et les futurs quartiers. L'état de contrainte préexistant dans les actuels quartiers Nord est donc conservé dans la zone d'extension.
- Les paramètres géotechniques issus des nouveaux essais sont similaires aux précédents.
- Les dimensions des chambres et des piliers sont respectées en pratique (cf. étude [2]) et cette rigueur devra être maintenue dans les futurs quartiers.
- La méthode d'excavation, qui n'a pas évolué depuis plusieurs dizaines d'années (justifiée dans les études géotechniques de 2001 et 2014), sera conservée dans les nouveaux quartiers.
- L'exploitation des chambres s'arrête lors de la rencontre de failles argileuses ou de venues d'eau, contribuant à n'exploiter que les zones géotechniquement saines et conformes aux études géotechniques.
- Aucune déformation significative du toit n'a été enregistrée par les instruments de mesure depuis plus de 30 ans.

Il n'y a donc pas de contre-indication géotechnique à la poursuite de l'exploitation du gisement dans le panneau situé au-dessus de la galerie d'exploration actuelle (450 mNGF), et à la poursuite de cette galerie d'exploration plus au Nord. De nouvelles études géotechniques ne sont pas justifiées et les études antérieures peuvent être utilisées pour justifier la stabilité à court et long terme de la nouvelle exploitation.

## 6. Stabilité des chambres à long terme

Comme détaillé au paragraphe 4.2, les piliers observés lors du trajet de la visite sont intacts ou très peu endommagés. Les toits observés sur le parcours de la visite ne présentent pas non plus de signes de dégradation.

Les venues d'eau rencontrées localement (fractures karstiques) ne se sont pas tariées mais les débits sont directement liés à la pluviométrie. Il n'y a pas non plus de signes de dégradation notables du rocher dans le temps, liés aux circulations d'eau dans les galeries.

En conclusion, les piliers et toits des galeries après plusieurs dizaines d'années ne présentent pas de signe de dégradation particulier. Le respect du dimensionnement des chambres permet de maintenir une contrainte acceptable par les piliers sur le long terme, confirmé par les mesures de convergence qui ne montrent pas de déformations significatives.

À ce jour les galeries et chambres ne nécessitent donc pas de confortement supplémentaire par boulonnage ou de remblaiement.

## 7. Annexes

Annexe 1 : Résultats des essais en compression simple ( $R_c$ )

Annexe 2 : Résultats des essais de traction indirecte (essais brésilien  $R_{tb}$ )

## Agence d'Élancourt

Direction Régionale Ile-de-France  
12 avenue Gay Lussac  
ZAC La Clef Saint Pierre  
78990 ÉLANCOURT

## Laboratoire Durabilité des Matériaux

**DOSSIER N° BMA1-M-4190**

**Rapport d'essais 1.0 – 26/08/2022**

Affaire suivie par : **Nassim TIMHADJELT**

☎ : 07 63 78 22 53

n.timhadjelt@groupeginger.com

**GINGER CEBTP LYON**

**DOSSIER : RLY6-M-098-0001**

## I- ECHANTILLONS

Référence : 6 carottes de roche (voir Tableau 1).

Affaire : Carottages parois galerie calcaire.

N° de réception au LDM – GINGER CEBTP Élancourt (78) : 146961 du 18/08/2022.

## II- PROGRAMME D'ESSAIS

- Détermination du module d'élasticité sur 6 carottes de roche selon la norme NF P 94 425 et de la résistance en compression sur ces mêmes carottes selon la norme NF P 94 420.

Les carottes de roche ont été fournies par GINGER CEBTP LYON. A réception certaines n'étaient pas complètement cylindriques.

Les carottes ont été rectifiées au lapidaire.

La presse utilisée est une presse Amsler – 2000 kN de classe 1. Le dispositif de mesure pour l'essai de module est présenté sur les photos de la Figure 1.

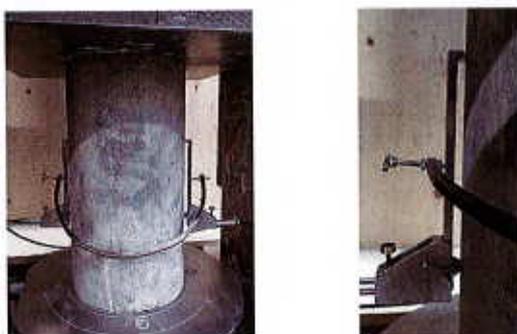


Figure 1

Date des essais : Août 2022.

*Observations : Le présent rapport comporte 2 pages.*

*Sauf autorisation préalable, il n'est utilisable à des fins commerciales ou publicitaires qu'en reproduction intégrale. Les résultats s'appliquent aux échantillons tel qu'ils ont été reçus et ne préjugent pas des caractéristiques de produits similaires.*

*Sauf demande écrite, les échantillons seront éliminés un mois après l'envoi du rapport.*

UNE EXPERTISE QUI FAIT LA DIFFERENCE

### III- RESULTATS

Pour l'essai de module, la déformation longitudinale a été mesurée à partir de 2 bases de mesure de 100 mm, positionnées diamétralement opposées dans la partie centrale de chaque carotte.

Les cycles chargement/déchargement ont été réalisés entre les points de mesure correspondant à une contrainte de 0,3 MPa et 1/3 de la contrainte de rupture prise égale à 88 MPa (valeur fournie par le client). Le module d'élasticité statique en compression a été calculé à partir de la pente de la courbe contrainte / déformation entre les points de mesure correspondant à une contrainte comprise entre 6 et 10 MPa et à 1/3 de la contrainte de rupture.

La valeur de contrainte est arrondie à 0,1 MPa près. Le module est arrondi à 100 MPa près. Les résultats sont donnés dans le Tableau 1.

Référence de la carotte	Masse (kg)	Dimensions de la carotte ( mm )		Rupture		Module d'élasticité (MPa)
		diamètre	hauteur	charge (kN)	contrainte (MPa)	
22 RLY1355 (C 1.2)	1,323	73,7	147,9	241,0	<b>56,6</b>	<b>14 600</b>
22 RLY1358 (C 4.1)	1,341	73,7	148,5	438,6	<b>102,9</b>	<b>15 900</b>
22 RLY1359 (C 5.1)	1,437	73,7	148,8	408,3	<b>95,6</b>	<b>23 900</b>
22 RLY1360 (C 6.1)	1,453	73,8	148,3	367,6	<b>86,1</b>	<b>26 800</b>
22 RLY1361 (C 7.1)	1,458	73,8	147,9	371,6	<b>86,9</b>	<b>25 300</b>
23 RLY1364 (C 10)	1,401	73,7	149,4	397,4	<b>93,2</b>	<b>23 400</b>

Tableau 1



Responsable d'Activité  
**Nassim TIMHADJELT**



Dossier revu par  
**Martin AUROY**

TABLEAU DE SYNTHÈSE  
Résistance à la traction Rtb  
Selon NF P 94-422Agence de Béthune  
☎ : 03-21-56-43-43

Nature : Calcaire  
N° Sondage : Voir ref.  
Profondeur : Voir ref.  
N° enregistrement : 22RLY1355-1364  
Date de prélèvement : NC

Client : GINGER LYON  
Dossier N° : NBE5.M0023.3  
Affaire : Parois galerie calcaire

Eprouvettes carottées sur site de diamètres 80 mm

Presse d'écrasement :

"PROVITEQ" SCM3000 95 21.5

Résistance en compression diamétrale :

Ref.	Date d'écrasement	Masse volumique en (T/m <sup>3</sup> )	Résultats	
			Kn	Mpa
C2	20/07/2022	2.234	92.800	10.717
C3		2.171	99.430	11.638
C5.2		2.286	49.270	5.690
C8.2		2.339	86.330	10.104
C9.2		2.366	81.670	9.624

Observation :

Le 20/0/2022  
à Béthune  
Le responsable du  
laboratoire.  
A.LORIOL

Po: ARL

## **ANNEXE 7 : ETUDE D'AERAGE**

---



**RAPPORT**  
*Identification commande*  
22039

Diffusion : Limitée

Emetteur  
Sub'Roca - AVEC™

Date d'origine  
22/09/2022

Page 1 sur 13

**AVEC™**

**Etude d'aéragé**  
**Projet de renouvellement d'autorisation**  
**d'exploiter**

**Les Mines d'Orbagnoux**



*Ce document est la propriété de SUB'ROCA et ne peut être reproduit ou communiqué que suivant la mention indiquée ci-dessous en diffusion :*

- *communicable : document pouvant être diffusé à tout public,*
- *limitée : document pouvant être diffusé à tout personnel SUB'ROCA ainsi qu'aux publics averti,*
- *interne : document pouvant être diffusé au seul personnel de la société,*
- *confidentielle : document dont la diffusion est interdite à d'autre destinataire que ceux indiqués sur le document.*

Indice	Date	Nom du rédacteur	Nom du vérificateur	Nom de l'approbateur
A	22/09/2022	Geoffroy ETRE	Jean-Marc BERTOLOTTI	Jean BERTOLOTTI



Identification commande  
Q22039

Révision A

## Révisions

<i>Indice</i>	<i>Date</i>	<i>Modification</i>
A	22/09/2022	Version initiale



## Diffusions

En cas de diffusion confidentielle, renseigner obligatoirement tous les destinataires (internes et externes) en complétant la liste ci-dessous (hors signatures).

<i>Société / Organisme / Unité</i>	<i>Prénom / Nom</i>	<i>Société / Organisme / Unité</i>	<i>Prénom / Nom</i>
--	---------------------	--	---------------------

# **Table des matières**

<b>1. PREAMBULE .....</b>	<b>4</b>
<b>2. SITUATION ACTUELLE .....</b>	<b>4</b>
2.1. ORGANISATION DU RESEAU D’AERAGE .....	4
2.2. ORGANISATION DU CIRCUIT D’AERAGE .....	4
2.3. VENTILATEUR PRINCIPAL .....	5
2.4. VENTILATEUR SECONDAIRE .....	5
<b>3. PRESENTATION DU PROJET D’EXPLOITATION .....</b>	<b>6</b>
3.1. INTRODUCTION .....	6
3.2. SCHEMAS FILAIRES DES DIFFERENTES CONFIGURATIONS .....	6
<b>4. DIMENSIONNEMENT DES DEBITS D’AIR .....</b>	<b>7</b>
4.1. ASPECTS REGLEMENTAIRES .....	7
4.2. DEBIT D’AIR NECESSAIRE .....	8
<b>5. CALCULS .....</b>	<b>9</b>
5.1. RESEAU DE BASE – EXPLOITATION CHAMBRE 21 .....	9
5.2. CONFIGURATION 1 – PROLONGEMENT DE LA GALERIE DE RECONNAISSANCE SUR 40 M .....	10
5.3. CONFIGURATION 2 – EXPLOITATION DE LA CHAMBRE 28 .....	11
5.4. CONFIGURATION 3 – EXPLOITATION DE LA CHAMBRE 33 .....	12
<b>6. CONCLUSION .....</b>	<b>13</b>

## 1. Préambule

Dans le cadre du projet de renouvellement de l'autorisation d'exploiter, Les Mines d'Orbagnoux ont sollicité la société Sub'Roca pour réaliser l'étude d'aéragé du nouveau projet d'exploitation correspondant.

## 2. Situation actuelle

### 2.1. Organisation du réseau d'aéragé

Le plan ci-après, actualisé en septembre 2021 donne la situation des voies ouvertes (Figure 1). Le Travers Bancs (TB) d'une longueur de 675 m donne accès à la galerie côté Nord, à partir de laquelle l'exploitation est conduite (galerie de base), ainsi qu'au quartier Sud dont l'exploitation est abandonnée.

Trois galeries subhorizontales ont été creusées respectivement aux côtes 450, 480 et 570.

La galerie appelée « montage » relie les trois niveaux 450, 480 et 570.



Figure 1 : Plan situation septembre 2021

### 2.2. Organisation du circuit d'aéragé

La circulation de l'air dans la mine est assurée par un ventilateur principal installé dans le montage 480-570.

L'air circule depuis le TB (entrée d'air, côte 450) via successivement la galerie de base, la dernière chambre ouverte, le montage 480-570, et la galerie Dorches (sortie d'air, côte 570). L'annexe 1 présente le schéma d'aéragé, réalisé à partir du plan de la figure 1 et sur lequel tous les carrefours sont numérotés afin d'identifier les branches pour répondre aux besoins de la modélisation dans le logiciel de calcul d'aéragé AERO®.

La Chambre 21, en cours d'exploitation, est ventilée à l'aide d'une ligne d'aéragé secondaire constituée d'un ventilateur Ø630, installé dans la galerie de base au droit de la Chambre 13, et d'une gaine de ventilation Ø600.

Le réseau correspondant à la situation actuelle servira de réseau de base pour l'étude du nouveau projet d'exploitation.

### 2.3. Ventilateur principal

Le ventilateur principal installé au travers d'une cloison située à la côte 526 du montage 480-570, est de type **BERRY Ø700 HDMS – calage 33° – 2940 tr/min**, équipé d'un moteur de 22 kW. La figure 2 présente les courbes caractéristiques de fonctionnement du ventilateur fournis par le constructeur. Chaque courbe exprime la pression totale du ventilateur (mmCE) en fonction du débit d'air (m<sup>3</sup>/s). Dans le logiciel de calcul, ce ventilateur a été introduit avec la courbe correspondant à un calage des pales égal à 33°.

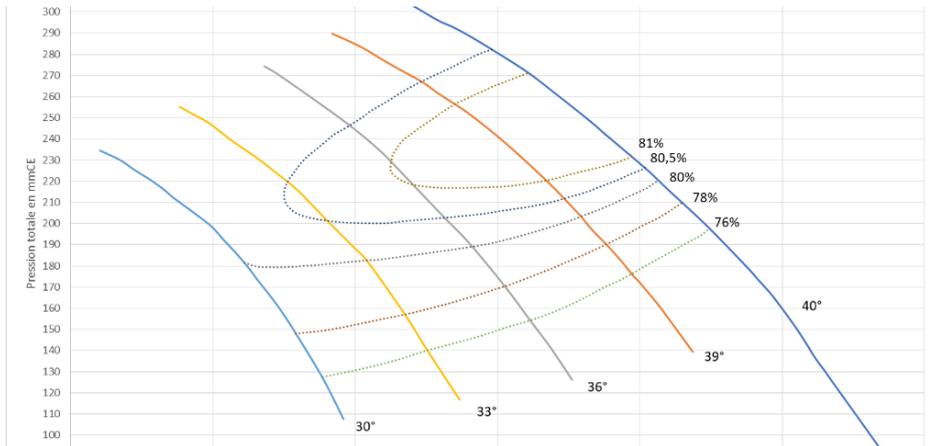


Figure 2 : Courbe constructeur du ventilateur principal BERRY Ø700 HDMS

### 2.4. Ventilateur secondaire

Le ventilateur secondaire de type **EF Ø630 L – 2950 tr/min**, équipé d'un moteur de 9 kW et installé dans la galerie de base au niveau de la Chambre 13, est équipé d'une gaine souple Ø600 pour aérer les travaux de la Chambre 21. La figure 3 correspond au diagramme de fonctionnement du ventilateur fourni par le constructeur. La courbe représentée donne la variation de la pression statique (mmCE) en fonction du débit (m<sup>3</sup>/s).

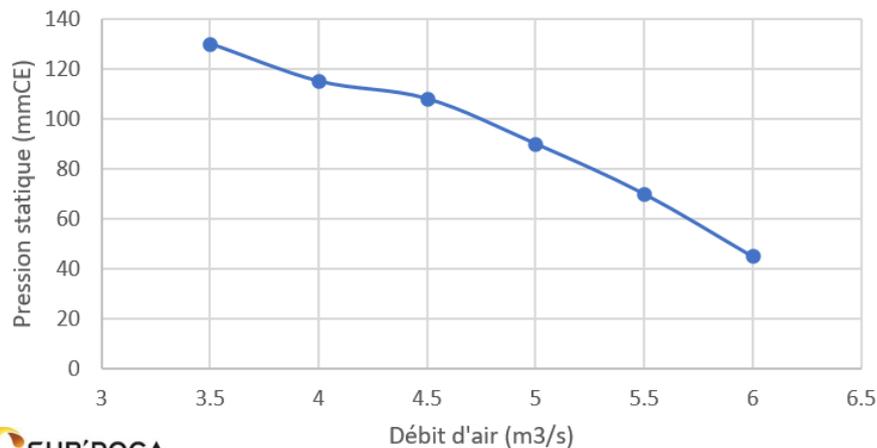


Figure 3 : Diagramme de fonctionnement du ventilateur secondaire EF Ø630 L

### **3. Présentation du projet d'exploitation**

#### **3.1. Introduction**

La demande d'autorisation d'exploiter concerne le projet d'exploitation des Chambres 22 Nord à 33 Nord, soit une concession de 25 à 30 ans. Le quartier Sud (exploitation abandonnée) reste inchangé. Les chambres dont l'exploitation est terminée, seront fermées au fur et à mesure de l'avancement.

Les caractéristiques géométriques précisées dans le tableau 1 ci-après concernent les galeries à introduire dans le réseau de base (Exploitation Chambre 21) au fur et à mesure de l'avancement de l'exploitation, c'est-à-dire les chambres, les liaisons inter chambres (trois par chambre) et la galerie de base (ou galerie de reconnaissance).

Le pendage du gisement (38°) entraîne, par gravitation, le cumul des produits abattus au pied de la chambre en cours d'exploitation. Le chargement du minerai y est réalisé à l'aide d'un chargeur à moteur thermique.

Cette zone est ventilée via une ligne d'aérage secondaire constituée d'un ventilateur situé dans la galerie de base, connecté à une gaine type « Ventube » Ø600.

**Tableau 1 : Caractéristiques géométriques de l'exploitation**

	Section (m <sup>2</sup> )	Longueur (m)
Chambre	32	75 (3 x 25)
Liaison interchambre	4	4
Galerie de base entre deux chambres	19	12

Le projet d'exploitation est caractérisé par les phases suivantes :

- Prolongement de la galerie de reconnaissance actuelle sur 40 m
- Exploitation successive de toutes les chambres jusqu'à la Chambre 33

L'étude consiste à dimensionner la ventilation pour les situations suivantes :

- Configuration 1 : Prolongement de la galerie de reconnaissance actuelle sur 40 m
- Configuration 2 : Exploitation de la Chambre 28
- Configuration 3 : Exploitation de la Chambre 33

#### **3.2. Schémas filaires des différentes configurations**

L'annexe 2 présente le schéma filaire du réseau de la configuration 1 – Prolongement de la galerie de reconnaissance sur 40 m.

L'annexe 4 présente le schéma filaire du réseau de la configuration 2 – Exploitation de la Chambre 28.

L'annexe 6 présente le schéma filaire du réseau de la configuration 3 – Exploitation de la Chambre 33.

## **4. Dimensionnement des débits d'air**

### **4.1. Aspects réglementaires**

L'aérage des mines souterraines est réglementé par le RGIE (volume n°2) au titre «Aérage». Celui-ci rassemble les règles à respecter afin de :

- Garantir la salubrité de l'atmosphère ;
- Éviter toute accumulation de gaz dangereux ;
- Assurer des conditions de travail acceptables.

La détermination des débits d'air doit prendre en compte les critères suivants :

- ***Les besoins en air liés à la présence du personnel***
  - Ces besoins ne sont pas dimensionnants car l'exploitation est réalisée par un personnel peu nombreux.
- ***L'évacuation de la chaleur produite par les engins de forte puissance thermique***
  - Il n'y a pas de dispositions particulières à prendre car l'exploitation ne nécessite pas la mise en œuvre d'engins à forte puissance thermique.
- ***L'évacuation et la dilution des poussières***
  - Le débit d'air minimal qui permet l'évacuation des poussières est de 300l/s par m<sup>2</sup> de section de galerie (§ 5.1. des recommandations R494 CNAMTS).
  - Dans le cas particulier de la mine d'Orbagnoux, il n'y a pas de dispositions particulières à prendre :
    - Il n'y a pas de poussières en suspension en raison d'un niveau très élevé de l'humidité de l'air ambiant ;
    - La foration et le chargement sont réalisés avec un système d'humidification ;
    - Des mesures d'exposition aux poussières inhalables ont été réalisées dans la Mine d'Orbagnoux le 23 Mai 2017 (Rapport ITGA en Annexe 12). Le rapport d'interprétation précise que tous les résultats mesurés sont faibles et respectent les valeurs limites associées pour l'ensemble des GEH.
- ***La dilution des gaz d'échappement des moteurs Diesel***
  - L'emploi d'engins à moteur thermiques dans les mines est réglementé au regard du risque sanitaire lié à l'émission de gaz d'échappement est encadré par le RGIE (volume n°2) au titre « Moteurs Thermiques ». Le RGIE exige que l'exploitant soit en possession d'un document où sont indiqués pour chaque moteur :
    - Les teneurs en oxyde de carbone et en oxydes d'azote dans les fumées avant leur épuration, aux régimes et aux charges provoquant les dégagements les plus importants ;
    - Le débit d'air nécessaire à une dilution suffisante de ces fumées pour que les teneurs moyennes qui en résultent dans l'atmosphère en oxyde de carbone, en oxydes d'azote soient inférieures aux teneurs limites admissibles.

- A défaut de connaître de manière précise la concentration en gaz nocifs des fumées d'échappement des engins Diesel, on peut appliquer le critère de la CNAMTS (R492) qui recommande un débit d'air neuf de 0,05 m<sup>3</sup>/s et par cheval vapeur, soit 0,068 m<sup>3</sup>/s par Kilowatt.
- Deux engins à moteur thermique sont susceptibles de fonctionner dans la mine d'Orbagnoux. Ils ne sont jamais utilisés en même temps :
  - Un chargeur CTX de 36 ch (Figure 4) évolue au pied de la chambre en cours d'exploitation et occasionnellement dans la galerie de reconnaissance ;
  - Une mini pelle équipé d'un moteur thermique de 19 ch.



**Figure 4 : Photographie du chargeur CTX**

➤ **L'évacuation des bouchons de tir**

- L'extraction est conduite en Chambres et Piliers par foration minage.
- Les tirs sont réalisés en fin de semaine en l'absence du personnel et les fumées de tir générées sont totalement évacuées durant la période de ventilation de 48 heures, avant la reprise des activités.

Dans ces conditions, le débit d'air minimum à assurer dans les voies ouvertes de la mine sera déterminé à partir du critère de dilution des gaz nocifs émis par les fumées d'échappement des moteurs thermiques en service dans la mine, soit 0,05 m<sup>3</sup>/s par cheval vapeur.

## **4.2. Débit d'air nécessaire**

Le débit d'air à assurer dans les voies ouvertes de la mine sera dimensionné en considérant l'engin à moteur thermique le plus puissant susceptible de fonctionner dans le chantier, c'est-à-dire le chargeur CTX de 36 ch. Cet engin nécessite, au minimum un débit d'air neuf de dilution égal à 1,8 m<sup>3</sup>/s.

## 5. Calculs

### 5.1. Réseau de base – Exploitation Chambre 21

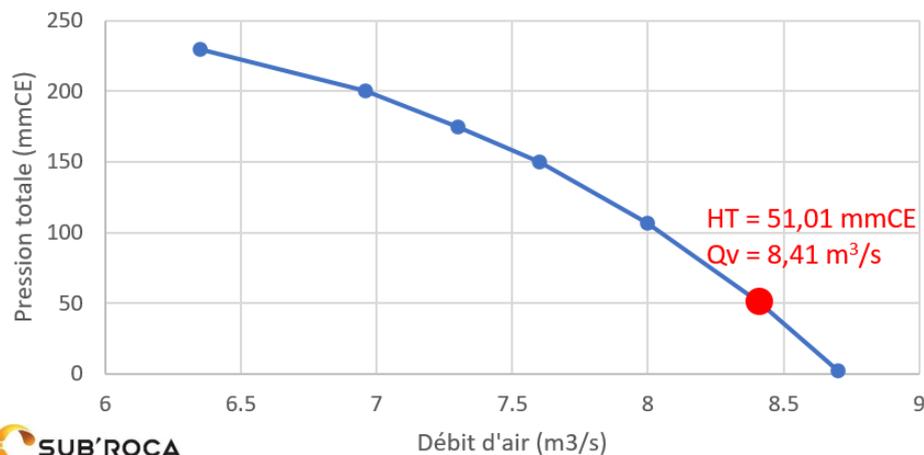
Le réseau de base concerne la situation actuelle (Exploitation de la Chambre 21). Le pied de la Chambre 21 est aéré par la ligne d'aéragé secondaire Ø600. Le ventilateur est positionné au droit de la Chambre 13 et la longueur de la gaine est de 96 m. Le résultat du calcul, branche par branche, est donné en Annexe 8. Les principaux débits d'air sont représentés sur le schéma d'aéragé en Annexe 1.

#### Analyses des résultats :

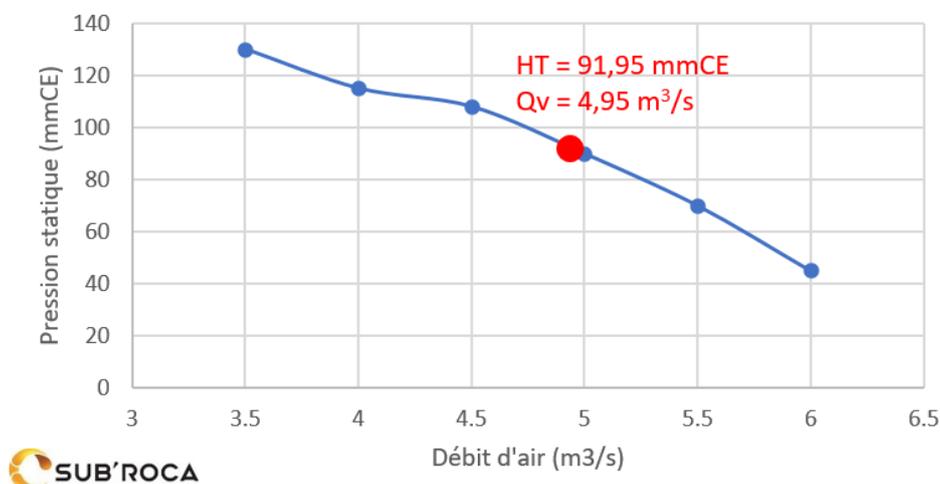
Le débit d'air total circulant dans la mine est égal à 8 m<sup>3</sup>/s. Le débit d'air soufflé par la ligne d'aéragé secondaire au pied de la Chambre 21 est égal à 4,89 m<sup>3</sup>/s. Cette valeur est supérieure au minimum requis de 1,8 m<sup>3</sup>/s.

Le point de fonctionnement du ventilateur principal est correctement situé sur la courbe constructeur (Figure 5). La puissance électrique consommée au moteur est voisine de 12 kW (hypothèses de rendement : moteur 90%, ventilateur 40%)

Le point de fonctionnement du ventilateur d'aéragé secondaire est également correctement situé sur la courbe constructeur (Figure 6).



**Figure 5 : Ventilateur principal – Réseau de base**



**Figure 6 : Ventilateur d'aéragé secondaire – Réseau de base**

## 5.2. Configuration 1 – Prolongement de la galerie de reconnaissance sur 40 m

La galerie de reconnaissance est prolongée sur une longueur de 40 depuis la Chambre 28 jusqu'à la Chambre 31. Le ventilateur d'aérage a été déplacé du droit de la Chambre 13 jusqu'au droit de la Chambre 18. Le calcul a été réalisé en considérant que la longueur de la gaine de ventilation Ø600 est égal à 156 m et que le chantier d'avancement se situe au niveau de la Chambre 31. Le résultat du calcul, branche par branche, est donné en Annexe 9 Les principaux débits d'air sont représentés sur le schéma d'aérage en Annexe 3.

### Analyses des résultats :

Le débit d'air total circulant dans la mine est égal à 8 m<sup>3</sup>/s. Le débit d'air qui aère le chantier d'avancement de la galerie de reconnaissance est égal à 4,33 m<sup>3</sup>/s, valeur supérieure au minimum requis de 1,8 m<sup>3</sup>/s.

Le point de fonctionnement du ventilateur principal est correctement situé sur la courbe constructeur (Figure 7). La puissance électrique consommée au moteur est voisine de 12 kW (hypothèses de rendement : moteur 90%, ventilateur 40%)

Le point de fonctionnement du ventilateur d'aérage secondaire est également correctement situé sur la courbe constructeur (Figure 8).

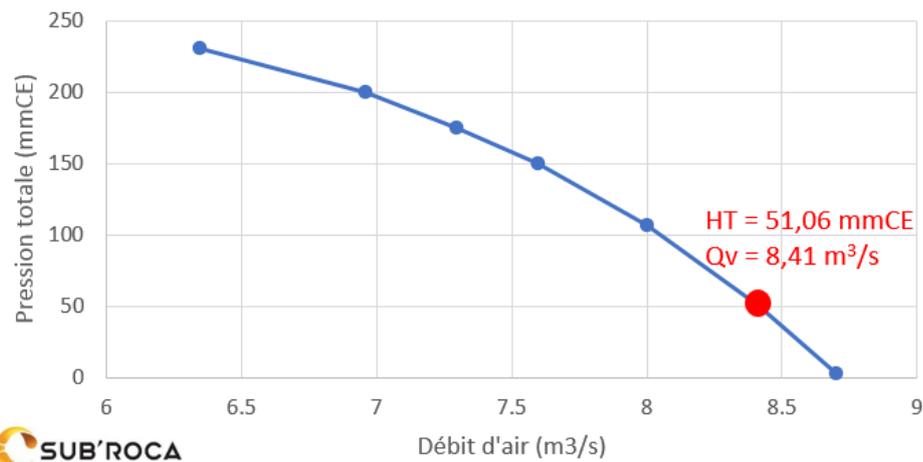


Figure 7 : Ventilateur principal – Configuration 1

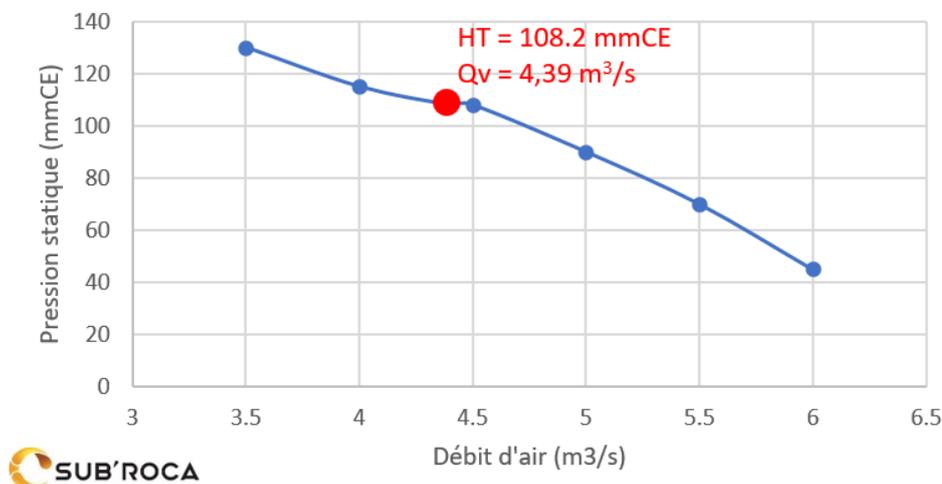


Figure 8 : Ventilateur d'aérage secondaire – Configuration 1

### 5.3. Configuration 2 – Exploitation de la Chambre 28

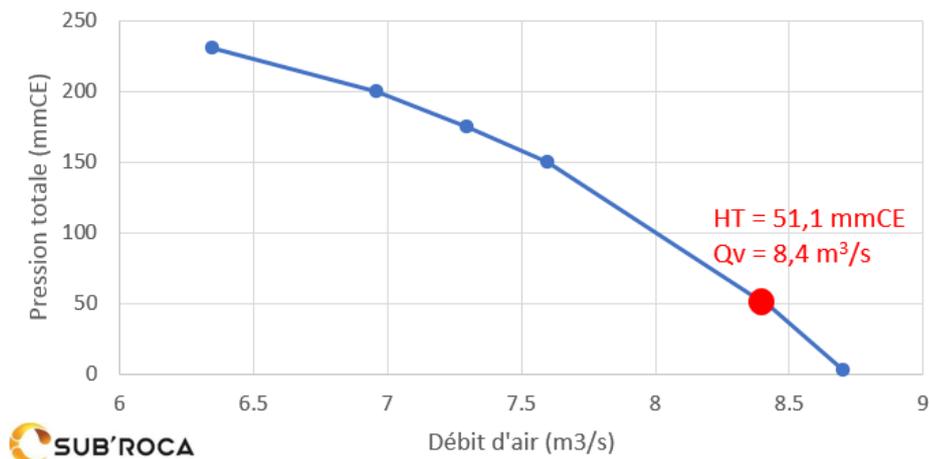
La configuration 2 concerne l'exploitation de la Chambre 28. Le pied de la Chambre 28 est aéré par la ligne par la ligne d'aérag secondaire Ø600. Le ventilateur est positionné au droit de la Chambre 18 et la longueur de la gaine est de 120 m. Le résultat du calcul, branche par branche, est donné en Annexe 10. Les principaux débits d'air sont représentés sur le schéma d'aérag en Annexe 5.

#### Analyses des résultats :

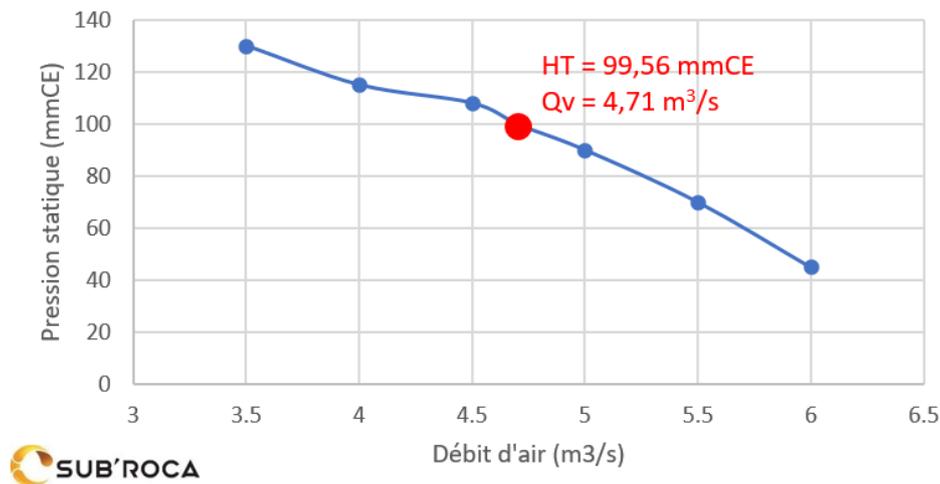
Le débit d'air total circulant dans la mine est égal à 8 m<sup>3</sup>/s. Le débit d'air qui aère le chantier d'exploitation de la Chambre 28 est égal à 4,65 m<sup>3</sup>/s, valeur supérieure au minimum requis de 1,8 m<sup>3</sup>/s.

Le point de fonctionnement du ventilateur principal est correctement situé sur la courbe constructeur (Figure 9). La puissance électrique consommée au moteur est voisine de 12 kW (hypothèses de rendement : moteur 90%, ventilateur 40%)

Le point de fonctionnement du ventilateur d'aérag secondaire est également correctement situé sur la courbe constructeur (Figure 10).



**Figure 9 : Ventilateur principal – Configuration 2**



**Figure 10 : Ventilateur d'aérag secondaire – Configuration 2**

## 5.4. Configuration 3 – Exploitation de la Chambre 33

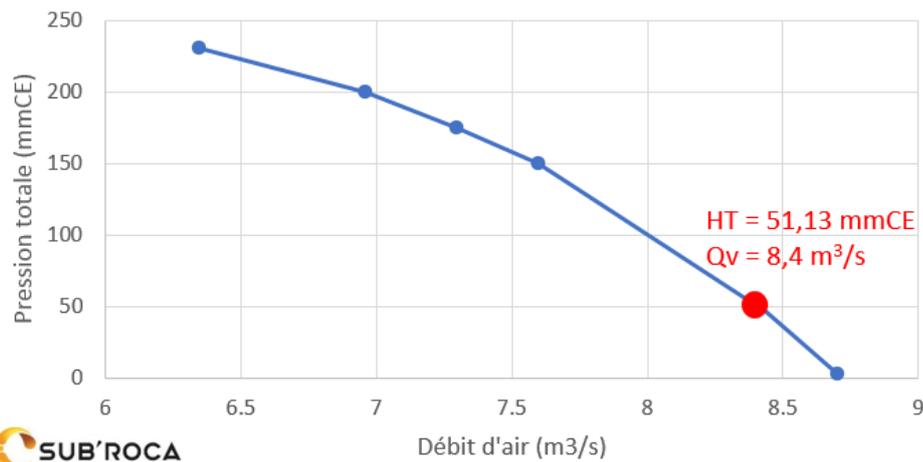
La configuration 3 concerne l'exploitation de la Chambre 33. Le pied de la Chambre 33 est aéré par la ligne par la ligne d'aérage secondaire Ø600. Le ventilateur est positionné au droit de la Chambre 18 et la longueur de la gaine est de 180 m. Le résultat du calcul, branche par branche, est donné en Annexe 11. Les principaux débits d'air sont représentés sur le schéma d'aérage en Annexe 7.

### Analyses des résultats :

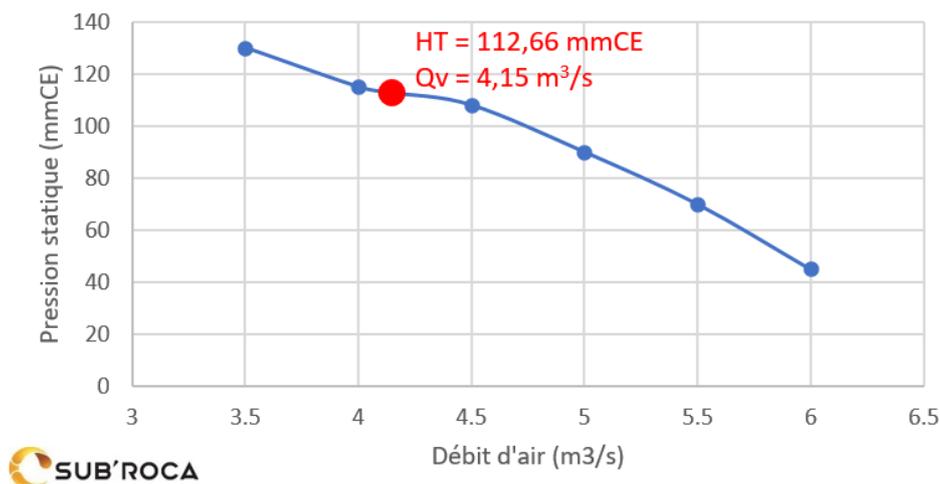
Le débit d'air total circulant dans la mine est égal à 8 m<sup>3</sup>/s. Le débit d'air qui aère le chantier d'exploitation de la Chambre 33 est égal à 4,15 m<sup>3</sup>/s, valeur supérieure au minimum requis de 1,8 m<sup>3</sup>/s.

Le point de fonctionnement du ventilateur principal est correctement situé sur la courbe constructeur (Figure 11). La puissance électrique consommée au moteur est voisine de 12 kW (hypothèses de rendement : moteur 90%, ventilateur 40%).

Le point de fonctionnement du ventilateur d'aérage secondaire est également correctement situé sur la courbe constructeur (Figure 12).



**Figure 11 : Ventilateur principal – Configuration 3**



**Figure 12 : Ventilateur d'aérage secondaire – Configuration 3**

## **6. Conclusion**

L'exploitation de la mine d'Orbagnoux est réalisée par un personnel peu nombreux. En l'absence d'engins à forte puissance thermique et de poussières en suspension dans l'air ambiant, le débit d'air minimum à assurer dans les voies ouvertes de la mine est celui nécessaire pour diluer les gaz nocifs des fumées d'échappement des engins Diesel.

Seuls un chargeur CTX de 36 ch et une mini pelle de 19 ch sont susceptibles de fonctionner dans la mine. Pour dimensionner le débit d'air neuf nécessaire pour diluer les gaz nocifs émis par les fumées d'échappement des engins à moteur thermique on applique le critère R494 de la CNAMTS qui recommande 0,05 m<sup>3</sup>/s d'air neuf par cheval moteur. Compte tenu que ces deux engins ne fonctionnent jamais en même temps, le débit d'air neuf doit au minimum être égal à 1,8 m<sup>3</sup>/s.

L'entrée d'air de la mine s'effectue par le TB à la côte 450 et le retour d'air par la galerie Dorche à la côte 590 via le montage 480-570. Sous l'action du ventilateur principal BERRY type 700 HDMS de 22 kW, le débit d'air total de la mine est égal à 8,0 m<sup>3</sup>/s quelle que soit la période considérée du projet d'exploitation de la Chambre 21 à la Chambre 33.

Une ligne d'aérage secondaire équipée d'un ventilateur axial EF Ø630 L et d'une gaine souple Ø600 aère successivement les chantiers d'exploitation des Chambres 21 à 33 avec un débit d'air variant de 4,9 à 4,1 m<sup>3</sup>/s selon la longueur de la gaine. Ce débit d'air est supérieur au débit d'air minimum requis pour la dilution des gaz nocifs issus des fumées d'échappement des engins Diesel.

Le ventilateur principal BERRY type 700 HDMS permettra d'aérer suffisamment la Mine d'Orbagnoux au cours du nouveau projet d'exploitation de la Chambre 21 à la Chambre 33.

**ANNEXE 8 : CIRCULAIRE DU 9 MAI 2012 – GARANTIES FINANCIERES**  
**2720**

---

# Circulaire du 09/05/12 relative aux garanties financières pour la remise en état des carrières et au stockage des déchets de l'industrie des carrières

- Date de publication : 10/06/2012
- Date de signature : 09/05/2012
- Type : Circulaire

(BO du MEDDE n° 10 du 10 juin 2012)

NOR : DEVP1209545C

La ministre de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement,

Pour exécution

Mesdames et Messieurs les préfets de région

Mesdames et Messieurs les préfets de département

## Résumé

La présente circulaire a pour objet de préciser les modalités d'application des garanties financières prévues [aux articles L.516-1, R.516-1 et suivants](#) du code de l'environnement pour les carrières.

Elle annule et remplace [la circulaire n° 98-48 du 16 mars 1998](#) relative aux garanties financières pour la remise en état des carrières (ICPE).

Catégorie : directive adressée par le ministre aux services chargés de leur application, sous réserve, le cas échéant, de l'examen particulier des situations individuelles	Domaine : Ecologie, développement durable
Mots clés liste fermée <Energie_Environnement/>	Mots clés libres : carrières, garanties financières, remise en état, déchets
Texte (s) de référence	

[Directive 2006/21/CE du Parlement et du Conseil du 15 mars 2006](#) concernant la gestion des déchets de l'industrie extractive et modifiant la directive 2004/35/CE

[Décision de la Commission du 20 avril 2009](#) définissant les orientations techniques relatives à la constitution de la garantie financière prévue à la directive 2006/21/CE du Parlement européen et du Conseil concernant la gestion des déchets de l'industrie extractive

[Décision de la Commission du 20 avril 2009](#) relative à la définition des critères de classification des installations de gestion de déchets conformément à l'annexe III de la directive 2006/21/CE du Parlement européen et du Conseil concernant la gestion des déchets de l'industrie extractive

[Articles L.516-1, R.516-1](#) et suivants du code de l'environnement

[Arrêté du 22 septembre 1994](#) modifié relatif aux exploitations de carrières et aux installations de premier traitement des matériaux de carrières

[Arrêté du 9 février 2004](#) relatif à la détermination du montant des garanties financières de remise en état des carrières prévues par la législation des installations classées

[Arrêté du 19 avril 2010](#) relatif à la gestion des déchets des industries extractives

Circulaire(s) abrogée(s) : [circulaire n° 98-48 du 16 mars 1998](#) relative aux garanties financières pour la remise en état des carrières (ICPE)

Date de mise en application [...]

Pièce(s) annexe(s) 5

N° d'homologation Cerfa :

Publication	<input checked="" type="checkbox"/> BO	<input type="checkbox"/> Site circulaires.gouv.fr	<input type="checkbox"/> Non publiée
-------------	--	---	--------------------------------------

Les garanties financières pour la remise en état des carrières ont été introduites par [l'article 4-2 de la loi n°76-663 du 19 juillet 1976](#) relative aux installations classées pour la protection de l'environnement.

Elles sont notamment encadrées par [l'article R.516-2 du code de l'environnement](#) et [l'arrêté du 9 février 2004](#) relatif à la détermination du montant des garanties financières de remise en état des carrières.

modifiant [l'article R.516-2 du code de l'environnement](#), a institué des garanties financières supplémentaires pour certains stockages de déchets inertes et terres non pollués présentant des risques particuliers, dits de catégorie « A ».

Par ailleurs, les installations de la nouvelle [rubrique 2720](#) relative aux stockages de déchets non inertes, dangereux ou non, des industries extractives, sont soumises aux garanties financières visées au 1<sup>o</sup>, IV, de [l'article R.516-2 du code de l'environnement](#).

La présente circulaire expose les modalités de mise en place des garanties financières relatives aux carrières, tant pour la remise en état du site d'exploitation que pour la gestion des installations de stockage de déchets des carrières.

## **1.Champ d'application**

### **Remise en état des carrières**

Les garanties financières ont pour objectif de garantir la remise en état des carrières en cas de défaillance de l'exploitant.

### **Stockages de catégorie « A » de déchets inertes et de terres non polluées**

[Le décret n° 2010-1172 du 5 octobre 2010](#) modifiant [l'article R.516-2 du code de l'environnement](#) a introduit l'obligation de constitution de garanties financières pour certains stockages de déchets inertes résultant de l'exploitation des carrières. Désormais, [l'article R.516-2](#) prévoit que les garanties financières tiennent compte de :

- la surveillance des installations de stockage de déchets inertes et de terres non polluées résultant de l'exploitation de la carrière lorsqu'elles sont susceptibles de donner lieu à un accident majeur à la suite d'une défaillance ou d'une mauvaise exploitation, tel que l'effondrement d'une verse ou la rupture d'une digue ;
- l'intervention en cas d'effondrement de verses ou de rupture de digues constituées de déchets inertes et de terres non polluées résultant de l'industrie extractive lorsque les conséquences sont susceptibles de donner lieu à un accident majeur.

Les installations de stockage de déchets inertes et de terres non polluées concernées sont celles de la catégorie dite « A » évaluées selon les dispositions prévues à [l'article 11.5 de l'arrêté du 22 septembre 1994](#).

### **Installation de stockage de déchets classée [2720](#)**

[L'article R.516-2 du code de l'environnement](#) prévoit la constitution d'une garantie financière pour les installations de stockage de déchets couvrant : la surveillance du site, l'intervention en cas d'accident ou de pollution et la remise en état du site après exploitation. Compte tenu des exigences de [l'article 14 de la directive 2006/21/CE](#) et de la création de la [rubrique 2720](#) depuis le 14 avril 2010, il convient à présent de mettre ces dispositions en oeuvre.

## **2. Le dossier de demande d'autorisation**

La demande du pétitionnaire pour ce qui concerne la future autorisation comprend entre autres :

- la date prévisionnelle de mise en service ;
- la durée d'autorisation ;
- la quantité maximale annuelle extraite ;
- la quantité totale à extraire et la surface totale (emprise du site) autorisées ;

- le schéma prévisionnel d'exploitation et de remise en état, c'est-à-dire les modalités précises et le calendrier d'exploitation et de remise en état, et enfin l'évaluation du montant des travaux de la remise en état. Le schéma prévisionnel d'exploitation et de remise en état et l'évaluation du montant de la remise en état prennent en compte l'approche par période quinquennale.

- la nature et la quantité de déchets d'extraction et de premier traitement qu'il est prévu que l'installation produise, préférentiellement exprimées annuellement ;

L'évaluation du montant des garanties financières relève de [l'arrêté du 9 février 2004](#) précité pour la remise en état du site et des annexes 2 et 3 de la présente circulaire pour les installations de stockage de déchets.

Dans le cas de changement d'exploitant, le dossier de demande d'autorisation comporte les mêmes éléments que ceux énoncés ci-dessus. Il présente par ailleurs les documents établissant les capacités techniques et financières du nouvel exploitant et éventuellement la constitution des garanties financières prévues par l'arrêté autorisant initialement la carrière.

### 3. Le contenu de l'arrêté d'autorisation

L'arrêté d'autorisation prévoit en matière de garanties financières les dispositions suivantes (l'arrêté complémentaire pour une carrière existante contient les mêmes prescriptions à l'exception des 1°, 2°, 3° et 4° ci-dessous qui sont spécifiques d'un arrêté d'autorisation) :

1 - La durée de l'autorisation qui inclut la phase de remise en état finale ;

2 - La quantité maximale annuelle autorisée à extraire ;

3 - La surface maximale à remettre en état pour la carrière dans sa globalité qui peut comprendre une installation de stockage de déchets classée [2720](#) (elle correspond à l'emprise du site autorisé) ;

4 - Les modalités d'exploitation et de remise en état : l'arrêté fixe, d'après le plan prévisionnel fourni par le pétitionnaire, les prescriptions relatives à l'exploitation et à la remise en état.

Afin de ne pas exiger d'emblée des garanties financières destinées à une remise en état qui aurait lieu dix, vingt ou trente années plus tard et compte tenu de la durée d'effet des garanties financières qui est de un à cinq ans, il convient de fixer le montant des garanties financières par période de cinq ans. Cela signifie que l'arrêté d'autorisation fixe les conditions d'exploitation et de remise en état par période quinquennale en fonction du plan prévisionnel (la durée de l'autorisation est donc divisée en périodes quinquennales. A chaque période correspond un montant de garantie permettant la remise en état maximale au sein de chacune de ces périodes).

Deux types d'exploitation sont à distinguer :

- lorsque la remise en état est strictement coordonnée à l'exploitation et que celle-ci se fait par phases successives, l'arrêté peut prévoir que la phase n+2 (ou n+3) ne peut être entamée que lorsque la phase n est remise en état.

Dans ce cas-là, le montant des garanties financières peut ne pas varier quelle que soit la période quinquennale, puisqu'il vise en fait la remise en état d'un certain nombre de phases. En pratique, la remise en état n'est pas toujours strictement coordonnée à l'exploitation. Ainsi, en phase finale d'exploitation, la remise en état est souvent plus importante qu'en cours d'exploitation.

Le montant des garanties financières doit être adapté à chaque période quinquennale et pour chacune de ces périodes être égal au coût de la fermeture du site correspondant à la remise en état la plus onéreuse.

Lorsque la remise en état n'est pas coordonnée à l'exploitation, l'arrêté fixe le montant de la remise en état qui devrait être réalisée si l'exploitation était arrêtée au terme de cinq ans, de dix ans, de quinze ans, etc. (correspondant au terme de chaque période quinquennale).

La fixation des conditions de remise en état et du montant des garanties financières par période quinquennale permet tous les cinq ans d'actualiser systématiquement (afin de prendre en compte l'érosion monétaire) et de recalculer éventuellement (afin de prendre en compte le déroulement de l'exploitation de la carrière) le montant des garanties financières.

L'arrêté peut fixer une date de fin d'extraction des matériaux à laquelle succède la phase finale de remise en état. Une telle disposition doit faciliter la surveillance de la remise en état finale. Rappelons que les garanties financières ne peuvent être appelées qu'avant leur échéance. L'arrêté peut donc éventuellement planifier la phase finale de l'autorisation concernant la remise en état en fixant :

- une date de fin d'extraction des matériaux ;
- une date de fin de remise en état (au plus tard au terme de l'autorisation) ;
- une date butoir de notification concernant la fin d'exploitation prévue à [l'article R.512-39-1 du code de l'environnement](#) (au moins 6 mois avant la fin de l'autorisation). Cette date peut être située avant ou après la date de fin de remise en état.

**5** – La durée de l'obligation de garanties financières telle que prévue par [l'article R.516-2 du code de l'environnement](#), s'achève à la date du procès-verbal de fin de travaux des opérations de remise en état prévu à [l'article R.512-39-3 du code de l'environnement](#), sous réserve des conditions de levées des garanties définies au point 16) ci-après et sans préjudice de la législation nationale ou communautaire relative à la responsabilité du détenteur de déchets.

**6** – Le cas échéant, les prescriptions relatives à la surveillance des installations de stockage de déchets issus de l'exploitation de la carrière telle que prévue par l'article R.516-2 du code de l'environnement (fréquence de l'entretien des équipements, suivi piézométrique, analyses, ...)

**7** – La prescription relative à l'obligation d'intervention en cas :

- d'accident ou de pollution dus à une installation de déchets classée [2720](#) du site
- d'effondrement de versants ou de rupture de digues constituées de déchets inertes et de terres non polluées sur site lorsque les conséquences sont susceptibles de donner lieu à un accident majeur (Stockage de catégorie « A »).

Pour les stockages de catégorie « A », ces prescriptions sont celles prévues [aux articles 7 à 9 de l'arrêté du 19 avril 2010](#) relatif à la gestion des déchets des industries extractives.

**8** - Montant des garanties financières : Ce montant est destiné à assurer la remise en état du site en cas de défaillance de l'exploitant. Le préfet se substitue alors à l'exploitant et assure la remise en état à l'aide des garanties financières.

Le montant de la garantie financière doit inclure la TVA.

Le calcul des garanties financières tient compte des différentes périodes de mise en service des installations : exploitation, stockages de déchets inertes et stockages de déchets classés [2720](#).

Remise en état des carrières

a) Le montant des garanties financières est établi par le préfet d'après les indications de l'exploitant selon les modalités de l'arrêté du 9 février 2004 précité.

Cet arrêté prévoit que le calcul forfaitaire est la règle pour les trois catégories suivantes :

- les carrières des matériaux meubles en nappe alluviale ou superficielle (c'est le cas notamment des carrières alluvionnaires, des carrières en nappe perchée, des tourbières);
- les carrières en fosse ou à flanc de relief (ce sont habituellement des carrières de roches massives, elles peuvent également être de roches meubles ; la fosse est une excavation comprenant généralement plusieurs gradins) ;
- les autres carrières à ciel ouvert. Cette troisième catégorie correspond à des carrières qui ne peuvent se rattacher aux deux premières catégories. Elles se caractérisent par une facilité de remise en état coordonnée à l'exploitation.

Cette troisième catégorie comprend l'exploitation des haldes et terrils.

Les éléments du dossier à fournir pour le calcul sont précisés à [l'annexe 2 de l'arrêté du 9 février 2004](#).

[L'annexe 1 de l'arrêté](#) prévoit pour chacune des trois catégories de carrières le calcul forfaitaire des garanties financières.

b) Le mode de calcul forfaitaire peut, à votre initiative, laisser place à une évaluation détaillée et exhaustive lorsque le montant du mode de calcul forfaitaire diffère notablement du montant de la remise en état prévue. C'est notamment le cas lorsque la remise en état qui conditionnera l'autorisation d'exploiter dépassera les exigences habituelles, compte tenu de la qualité et de la sensibilité de l'environnement. Il appartiendra à l'inspection de confronter les coûts résultant de l'approche forfaitaire et ceux d'une approche exhaustive et détaillée. Vous demanderez dans ce but au pétitionnaire (ou à l'exploitant) de fournir les éléments de dossier précisés au point 2 (a et b) de l'annexe 2 de l'arrêté précité. Les coûts de l'annexe 1 de la présente circulaire vous permettront d'apprécier les coûts proposés.

c) Les conditions de remise en état du site sont définies lors de l'autorisation de la carrière, conformément [aux articles R.512-30 et R.512-35 du code de l'environnement](#). La remise en état ne doit pas être confondue avec l'aménagement qui peut certes en constituer le prolongement mais qui est une opération distincte ayant pour effet de valoriser les lieux par la création d'équipements ou d'infrastructures et de leur donner une affectation nouvelle souvent différente de l'affectation originelle (base de loisirs, golf, camping, parc résidentiel, centre de stockage de déchets, zone d'activités, etc.). L'aménagement suppose l'intervention d'autres acteurs. Dans un tel cas, tout en tenant compte des usages futurs envisagés, le pétitionnaire présentera un projet de remise en état satisfaisante pour l'environnement avant aménagement, avec un montant de garantie financière qui sera calculé conformément à l'arrêté ministériel du 9 février 2004 modifié.

d) Les opérations d'affouillements du sol mentionnés au point 3 de [la rubrique 2510](#) de la nomenclature des installations classées relèvent d'une évaluation détaillée et exhaustive.

Le montant des garanties financières est déterminé sur la base de la remise en état à mettre en oeuvre en cas d'arrêt des travaux et selon les éléments fournis par le pétitionnaire. Dans certains cas, l'arrêt des travaux d'extraction n'implique pas de travaux de remise en état. Le montant des garanties financières est alors nul.

Installations de stockage de déchets classés [2720](#)

Les éléments permettant de calculer le montant des garanties financières pour les installations classées [2720](#) sont précisés en annexe 2 de la présente circulaire. Deux modes de calculs sont proposés : un calcul avec les coûts unitaires des dispositifs à mettre en oeuvre et un calcul forfaitaire.

Le calcul forfaitaire s'applique sous la forme d'une majoration des garanties prévues pour la remise en état de la carrière, sur les surfaces concernées par les installations de stockage.

L'exploitant peut choisir l'une ou l'autre de ces méthodes. Néanmoins, dans tous les cas, il conviendra qu'il justifie le montant de garantie proposé, en fournissant notamment les données permettant de vérifier son calcul (ex : hauteur et surface des stockages, longueur des clôtures, longueur des fossés).

Ces coûts sont valables qu'il s'agisse de stockage de déchets dangereux ou de déchets non dangereux.

Stockage de déchets inertes et de terres non polluées de catégorie « A ».

Pour les nouvelles dispositions concernant la surveillance et l'intervention en cas d'accident, applicables aux stockages de déchets inertes et terres non polluées de catégorie « A », vous voudrez bien vous reporter à l'annexe 3 de la présente circulaire. Les bases de calcul sont les mêmes que celles des installations classées [2720](#). En effet, les dispositifs de stockage sont sensiblement similaires (terrils, haldes, digues,...). Le classement en [2720](#) est essentiellement justifié par les caractéristiques des matériaux stockés et leur potentiel de dangerosité lié à leur contenu physico-chimique. Aussi, les dispositifs de surveillance de pollution des sols et des eaux souterraines sont-ils moins importants pour les installations de stockage de déchets inertes et de terres non polluées.

Le calcul forfaitaire s'applique sous la forme d'une majoration des garanties prévues pour la remise en état de la carrière.

**9** – La prescription précisant l'échéance de dépôt du document attestant la constitution des garanties financières.

[L'article R.516-2-III du code de l'environnement](#) prévoit que « dès la mise en activité de l'installation, l'exploitant transmet au préfet un document attestant la constitution des garanties financières. »

L'attestation doit donc vous être adressée concomitamment à la mise en activité du site. La suppression de la déclaration de début d'exploitation peut rendre cette démarche plus difficile à mettre en oeuvre ou à contrôler pour l'inspection. Néanmoins, il appartiendra au pétitionnaire de préciser dans sa demande la date prévisionnelle de mise en activité de son exploitation et de tenir le service instructeur informé d'une éventuelle modification de cette échéance.

Au-delà de cette date, en cas de défaut d'envoi d'attestation de constitution de garanties financières et en cas de mise en activité effective de l'exploitation, l'exploitant sera mis en demeure de fournir cette attestation dans un délai limité. En cas d'échec de la mise en demeure, l'exploitation sera suspendue au jour de l'expiration de la mise en demeure. Pour cela le préfet consulte la commission départementale des carrières en application de [l'article L.514-1-3° du code de l'environnement](#).

Pour les installations existantes de stockage de déchets inertes et de terres non polluées de catégorie A et les installations classées [2720](#) le document attestant de la constitution des garanties financière doit être remis au plus tard le 1er mai 2014.

**10** - Les modalités d'actualisation du montant des garanties financières. L'actualisation dépend de deux facteurs :

a) L'érosion monétaire :

[L'arrêté du 9 février 2004](#) prévoit les conditions de réévaluation du montant des garanties financières :

- tous les cinq ans en se basant sur l'indice TP 01;
- lorsqu'il y a une augmentation supérieure à 15 % de l'indice TP 01 sur une période inférieure à cinq ans.

L'actualisation prévue ci-dessus doit être réalisée systématiquement par l'exploitant sans demande de l'administration, et sans arrêté complémentaire, en se basant uniquement sur l'arrêté d'autorisation. Le document attestant de cette actualisation vous est adressé par l'exploitant.

b) Une utilisation des capacités de production inférieure à celles prévues par l'autorisation, dans le cas des carrières où la remise en état n'est pas coordonnée à l'exploitation.

Il convient que puisse intervenir au terme de cinq ans d'activité (puis tous les cinq ans) un arrêté modificatif prenant en compte une extraction inférieure à ce qu'autorise l'arrêté d'autorisation initial. L'arrêté modificatif pour les années ultérieures d'exploitation recale la remise en état au terme de dix ans, quinze ans, etc. d'extraction autorisée et le montant des garanties financières qui lui est nécessaire. Cette modification peut être effectuée à la demande de l'exploitant dans des délais prévus par l'arrêté d'autorisation (ou par l'arrêté complémentaire) et seulement lorsque la diminution des garanties financières est significative (par exemple, au moins 25 %).

**11** - La prescription prévoyant que toute modification de l'exploitation conduisant à une augmentation du coût de remise en état de la carrière, et pour les installations de stockage de déchets, des coûts de surveillance ou d'intervention en cas d'accident ou de pollution ou de d'effondrement de verses ou de rupture de digues, nécessite une augmentation du montant des garanties financières (alors qu'une modification conduisant à une diminution de ces coûts, n'implique une réduction du montant des garanties financières qu'au terme de la période de cinq ans mentionnée ci-dessus pour l'actualisation).

**12** - La prescription prévoyant que l'attestation de renouvellement des garanties financières doit être adressée au moins trois mois avant leur échéance et que l'absence de garanties financières conduit à une suspension de l'autorisation selon les modalités prévues à [L.514-1-3° du code de l'environnement](#). Cette période peut être avancée à 6 mois par exemple avant l'échéance si la bonne gestion des garanties financières par l'administration le nécessite ; il n'y a pas dans ce cas-là chevauchement des garanties financières mais seulement assurance de leur continuité.

**13** - La prescription prévoyant que le préfet fait appel aux garanties financières :

a) après intervention des mesures prévues à [l'article L.514-1 du code de l'environnement](#), en cas de non-respect des prescriptions de l'arrêté préfectoral en matière de :

- remise en état de la carrière, qui peut inclure un stockage de déchets inertes et de terres non polluées de catégorie A, ou de l'installation de stockage de déchets classé [2720](#) ;
- surveillance des installations de stockage de déchets ;
- d'interventions en cas d'accident ou de pollution dus à une installation de stockage de déchets classée [2720](#) ou d'effondrement de verse ou de rupture de digue d'une installation de stockage de déchets inertes et de terres non polluées susceptibles de donner lieu à un accident majeur ;

b) après disparition juridique de l'exploitant et absence de remise en état.

**14** - Le rappel que toute mise en demeure de réaliser les travaux couverts par les garanties financières prévus à [l'article R.516-2](#) non suivie d'effet constitue un délit en vertu de [l'article L.514-11](#) (ce peut être le II ou le III de cet article qui est concerné en fonction de la situation de la remise en état qui est visée, soit en cours d'exploitation, soit en fin d'exploitation). Il convient, afin d'avoir une gestion optimale du système des garanties financières, que toute infraction à la suite d'une mise en demeure soit systématiquement constatée et que le procès-verbal soit transmis au parquet.

**15** - Les conditions relatives à la fin d'exploitation et permettant la levée de l'obligation de garanties financières pour la remise en état de la carrière et d'une installation de stockage de déchets classée [2720](#) après

## exploitation

L'exploitant doit adresser au préfet au moins 6 mois avant l'échéance de l'arrêté d'autorisation une notification de fin d'exploitation (la carrière peut ne pas encore être remise en état définitivement) et un dossier comprenant :

- le plan à jour de l'exploitation (par exemple avec photos aériennes) ;
- le plan de remise en état définitif ;
- un mémoire sur l'état de la carrière ou de l'installation de stockage de déchet classée [2720](#).

Si le site n'est pas totalement remis en état lors de cette notification, l'exploitant, une fois la remise en état définitivement achevée, en informe le préfet qui peut alors entamer la procédure de levée des garanties financières.

L'arrêté d'autorisation peut moduler ces dispositions qui sont minimales par exemple en fixant une première notification (alors que la remise en état n'est pas terminée) quatre mois, avant l'échéance.

A titre indicatif, les prescriptions relatives aux garanties financières pouvant figurer dans les arrêtés d'autorisation de carrière sont reprises dans [l'annexe 4](#) de la présente circulaire pour une carrière dont la remise en état est coordonnée à l'exploitation et dans [l'annexe 5](#) dans le cas contraire.

16 - Les conditions relatives à la levée de l'obligation de garanties financières pour la surveillance d'une installation de stockage de déchets classées [2720](#) et de déchets inertes et de terres non polluées dite de catégorie A et l'intervention en cas d'accident ou de pollution pour les stockages de déchets classés [2720](#) et l'intervention en cas d'effondrement de vers ou de ruptures de digues constituées de déchets inertes et de terres non pollués dont les conséquences sont susceptibles de donner lieu à un accident majeur

Pour les stockages de déchets inertes et de terres non polluées de catégorie A, les garanties financières couvrant ces stockages, peuvent être levées dès lors que l'exploitant justifie dans son dossier de cessation d'activité que ces stockages ne sont plus susceptibles de donner lieu à un accident majeur à la suite d'une défaillance ou d'une mauvaise exploitation.

Pour justifier cette absence de risque d'accident majeur, l'exploitant fournit dans son dossier de cessation d'activité les informations visées au point 3.2, Evaluation des risques de glissement des terrils ou des stockages de déchets, de [l'annexe VII, de l'arrêté du 19 avril 2010](#) relatif à la gestion de déchets des industries extractives, et le cas échéant celles visées [au 3.1. de la même annexe](#).

Pour les installations de stockage de déchets classés [2720](#), les garanties correspondantes peuvent être levées dès lors que l'exploitant justifie dans son dossier de cessation d'activité que les dispositifs de remise en état (ex : couverture et installation de drains pour l'écoulement des eaux pluviales) empêche toute pollution du milieu environnant, notamment des eaux souterraines, et que la stabilité de la structure est assurée (ex : charge hydraulique suffisamment faible).

Pour justifier de l'état de ses stockages classés [2720](#), l'exploitant fournit dans son dossier de cessation d'activité les informations visées au point 3.2, Evaluation des risques de glissement des terrils ou des stockages de déchets, de [l'annexe VII, de l'arrêté du 19 avril 2010](#) relatif à la gestion de déchets des industries extractives, et le cas échéant celles visées [au 3.1. de la même annexe](#). Pour les rejets liquides au milieu naturel, l'historique des mesures montrera une stabilisation de l'évolution des paramètres suivis.

Le préfet peut demander la réalisation, aux frais de l'exploitant, d'une évaluation critique par un tiers expert des éléments techniques justifiant la levée de l'obligation de garantie en application de [l'article R.516-5 du code de l'environnement](#).

## 4. La levée de l'obligation des garanties financières

A la suite de la constatation de la conformité de la remise en état de la carrière et/ou de l'installation de stockage de déchets classée [2720](#) par un procès-verbal de récolement rédigé par l'inspection des installations classées, et après avis du ou des maires des communes d'implantation de la carrière et/ou du stockage de déchets, le préfet lève l'obligation des garanties financières par voie d'arrêté pris dans les formes prévues à [l'article R.512-31 du code de l'environnement](#).

Une copie de l'arrêté est adressée à l'établissement garant.

Il convient que la procédure conduisant à la levée des garanties financières puisse être conduite avec diligence.

## 5. Attestation de constitution des garanties financières

Le document attestant la constitution de garanties financières est délivré conformément aux dispositions de [l'article R.516-2](#), c'est-à-dire soit par un établissement de crédit, soit par une entreprise d'assurance.

Ce document est en fait l'acte de cautionnement solidaire lui-même tel qu'il est défini par [l'arrêté interministériel du 1er février 1996](#) fixant le modèle d'attestation des garanties financières prévue à l'article 23-3 du décret du 21 septembre 1977. Il convient donc de n'accepter qu'un document conforme à ce modèle.

L'autorisation d'exploitation de la carrière est donnée généralement pour une durée plus longue que celle correspondant à l'effectivité des cautionnements. Il est recommandé, afin d'en faciliter le suivi administratif, de privilégier des cautions d'une durée évitant les renouvellements trop fréquents, par exemple, de cinq ans.

La liste des établissements de crédit peut être obtenue auprès de la Banque de France.

## 6. L'appel aux garanties financières

La procédure pouvant aboutir à l'appel des garanties financières doit être lancée par le préfet conformément à [l'article R.516-3](#) quand les obligations de remise en état, de surveillance et d'intervention tels que prévus par [l'article R.516-2](#) ne sont pas réalisées selon les prescriptions de l'arrêté d'autorisation. Les garanties financières doivent toujours être appelées par le préfet avant leur échéance.

La mise en jeu de la garantie financière se fait par lettre recommandée avec demande d'avis de réception adressée à l'organisme garant. Tout ou partie de la somme garantie est appelée en fonction de l'étendue des travaux à réaliser ou de la surveillance du stockage de déchets à mettre en oeuvre.

Lorsque le préfet fait appel aux garanties financières, l'Etat se substitue à l'exploitant et devient alors maître d'ouvrage pour la remise en état de la carrière, l'intervention en cas d'accident ou de pollution ou de rupture de digue ou de verse. Le préfet, représentant de l'État dans le département, missionne un de ses services pour assurer la maîtrise d'ouvrage.

### 6.1. L'exploitant ne satisfait pas aux prescriptions de remise en état (mais l'exploitant existe toujours)

La procédure à mettre en oeuvre est la suivante :

- mise en demeure de l'exploitant par le préfet de satisfaire aux prescriptions de remise en état, d'intervention ou de surveillance dans un délai fixé en fonction de l'échéance des garanties financières ;
- en cas d'inexécution totale ou partielle, mise en oeuvre de la mesure de consignation prévue à [L.514-1 du](#)

## [code de l'environnement.](#)

Le préfet prend et notifie ainsi un arrêté de consignation à l'égard de l'exploitant répondant de la somme nécessaire aux travaux de remise en état ou aux opérations de surveillance. Il émet un titre de perception qui doit être rendu immédiatement exécutoire et qui est adressé au trésorier payeur général. Il appartient alors au comptable public d'adresser par lettre recommandée à l'exploitant un exemplaire du titre de perception rendu exécutoire pour l'informer d'avoir à se libérer dans les moindres délais du montant de la consignation.

Il convient de bien sensibiliser le comptable public sur l'importance de la diligence à apporter à cette procédure.

Par ailleurs :

- Les arrêtés de mise en demeure et de consignation sont des actes de préfet qui sont notifiés à l'exploitant sans avoir à suivre la procédure de [l'article R.512-31](#).

- Dans la fixation du délai de mise en demeure, il convient d'attacher une importance particulière à la date d'échéance des garanties financières et d'agir de telle façon que l'appel aux garanties financières intervienne, bien entendu, avant leur échéance.

- La constatation du caractère infructueux de la consignation peut demander plusieurs mois. [L'article R.516-4](#) prévoit que les garanties financières peuvent être appelées après intervention des mesures prévues à [l'article L.514-1](#).

En conséquence, le préfet peut appeler les garanties financières dès que l'arrêté de consignation et que le titre de perception rendu exécutoire auront été adressés à l'exploitant.

- Selon [l'article R.516-6](#), il convient que les mises en demeure et la mesure de consignation prévues à [L.514-1](#) visant l'exploitant, soient portées à la connaissance de l'établissement de crédit garant.

### **6.2. L'exploitant a disparu juridiquement (et la remise en état n'est pas faite en totalité)**

Dans ce cas, le préfet doit appeler systématiquement les garanties financières si la remise en état ou la surveillance du stockage de déchets ne sont pas effectuées en totalité.

La disparition juridique correspond au décès de l'exploitant personne physique ou à la liquidation amiable ou judiciaire de l'exploitant personne morale. Lors de disparition juridique par absorption dans le cadre d'une fusion, dans la mesure où cette opération correspond à une autorisation de changement d'exploitant, donc avec reprise des obligations de l'ancien exploitant, la garantie financière devient caduque (cf. l'acte de cautionnement solidaire prévu par l'arrêté interministériel précité).

En cas de liquidation judiciaire, l'Etat, comme tous les créanciers, dispose de deux mois à compter de la publication au Bulletin officiel des annonces commerciales (BODAC) du jugement de la liquidation pour faire connaître son droit de créance.

Au-delà, le droit de créance, donc la possibilité de faire appel aux garanties financières, disparaît.

## **7. Le non-renouvellement des garanties financières**

L'exploitant doit renouveler les garanties financières selon l'échéance prévue par l'arrêté d'autorisation.

Lorsque ces garanties financières ne sont pas renouvelées, il convient de mettre en demeure, dès la constatation de non-renouvellement, l'exploitant de renouveler ses garanties financières. Cette mise en demeure doit avertir l'exploitant que l'activité sera suspendue à expiration des garanties financières.

En cas d'échec de la mise en demeure, l'exploitation doit donc être systématiquement suspendue au jour de l'expiration des garanties financières. Pour cela le préfet consulte la commission départementale des carrières en application de [l'article L.514-1-3° du code de l'environnement](#).

Si la remise en état, l'intervention en cas d'accident et/ou la surveillance ne sont pas réalisées conformément à l'arrêté d'autorisation et si les garanties financières ne sont pas renouvelées, les procédures de mise en demeure de renouvellement des garanties financières et de mise en demeure de remise en état, l'intervention en cas d'accident et/ou de surveillance sont réalisées conjointement afin de pouvoir aboutir à l'appel aux garanties.

## **8. Constatation d'infraction**

Il convient que toute mise en demeure de remise en état, d'intervention en cas d'accident ou de surveillance non suivie d'exécution donne lieu systématiquement à constatation d'infraction, infraction qui constitue un délit, et à transmission au parquet.

## **9. Les carrières existantes**

### **Remise en état des carrières**

En tout état de cause, toutes les carrières existantes régulièrement autorisées sont dotées de garanties financières pour la remise en état du site depuis le 14 juin 1999 (date d'application prévue pour les installations existantes à la publication de [l'arrêté du 10 février 1998](#) abrogé par [l'arrêté du 9 février 2004](#) précité).

### **Stockage déchets classé 2720**

Pour les installations existantes, pour lesquelles l'exploitant demande le bénéfice des droits acquis au titre de [l'article L.513-1 du code de l'environnement](#), on appliquera comme date limite de mise en conformité, la date d'application de [l'article 14 de la directive](#) précitée, soit au plus tard le 1er mai 2014.

### **Stockage de déchets inertes et de terres non polluées de catégorie A**

[Le décret n° 2010-1172 du 5 octobre 2010](#) prévoit que les installations existantes au 7 octobre 2010 doivent se mettre en conformité au plus tard le 1er mai 2014.

## **10. Installation de stockage de déchets inertes et de terres non polluées de catégorie A**

Pour la définition d'une installation de stockage de déchets inertes et de terre non polluées de catégorie A vous vous appuyerez sur la décision de la Commission du 20 avril 2009 relative à la définition des critères de classification des installations de gestion de déchets conformément à [l'annexe III de la directive 2006/21/CE](#), dont les dispositions ont été transposées dans [l'annexe VII de l'arrêté du 19 avril 2010](#) relatif à la gestion des déchets des industries extractives (hormis les paragraphes 4 et 5 qui concernent les déchets dangereux).

Ainsi, une installation de gestion de déchets est classée dans la catégorie A si les conséquences prévues, à court ou à long terme, d'une défaillance due à une perte d'intégrité structurelle ou à la mauvaise exploitation d'une

installation de gestion de déchets peuvent entraîner :

- a) un risque non négligeable de perte de vies humaines ;
- b) un grave danger pour la santé humaine ;
- c) un grave danger pour l'environnement.

Afin d'évaluer le risque de pertes de vies humaines, il convient de prendre en compte la présence effective de personnes pendant une durée significative dans les zones susceptibles d'être touchées. Ainsi, la présence d'un lieu de passage occasionnel (ex : chemin de randonnée, route, terrain agricole, etc) à proximité d'un stockage de déchets ne pourra à elle seule provoquer le classement en catégorie A. En revanche, la présence d'une zone d'occupation longue, même occasionnelle (terrain de camping, lieu d'accueil de gens du voyage, ...), dans la zone susceptible d'être touchée est à prendre en compte.

Pour l'évaluation du danger grave pour l'environnement, il conviendra d'évaluer la distance aux zones protégées au titre du code de l'environnement (parcs nationaux, réseau Natura 2000), aux eaux de surfaces et aux zones importantes pour la conservation des oiseaux (ZICO).

Compte tenu [du § 3.3.2 de l'annexe VII de l'arrêté du 19 avril 2010](#) précité, la seule présence d'une zone spéciale de conservation (directive 92/43/CEE « Habitats ») ou d'une zone de protection spéciale (directive 79/403/CEE « Oiseaux ») n'entraîne pas nécessairement le classement en catégorie A. Il convient au préalable de vérifier la présence effective d'habitat communautaire, d'espèces protégées au titre de la directive Habitats ou de lieux de nidification d'espèces protégées au titre de la directive Oiseaux dans la zone susceptible d'être impactée.

Au-delà de la seule distance entre l'installation de stockage de déchets et la zone d'occupation humaine ou la zone à enjeu environnemental, la topographie des lieux est également à prendre en compte. Ainsi, toute présence de relief pouvant faire obstacle ou retenir les écoulements pourra éventuellement permettre d'éviter le classement en catégorie A de l'installation.

Pour les installations de stockage de déchets inertes et de terres non polluées, les installations de catégorie A ne pourront en tout état de cause être constituées que par des :

- bassins d'eaux ou de boues endigués ;
- dépôts de surface de boues consolidées ou de stériles ;
- dépôts de stériles à flanc de vers.

## 11. Dispositions diverses

Pour les installations pour lesquelles un dossier de demande d'autorisation au titre de la rubrique [2720](#) est déjà déposé et pour les nouvelles installations de stockage de déchets inertes et de terres non polluées de catégorie A, les dispositions de la présente circulaire s'appliquent six mois après sa publication au bulletin officiel du ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement.

[La circulaire n° 98-48 du 16 mars 1998](#) relative aux garanties financières pour la remise en état des carrières (ICPE) est annulée.

La présente circulaire sera publiée au Bulletin officiel du ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement,

Fait le 9 mai 2012

Pour le ministre et par délégation,

Le Secrétaire général  
Jean-François Monteils

Le directeur général de la prévention des risques  
Laurent Michel

## Annexe 1 : Remise en état des carrières, coûts unitaire des principaux postes

(valeurs moyennes en 2011)

Postes de remise en état	Coût unitaire (HT)
Terrassement (en euros/m <sup>3</sup> ) (1)	3
Apport de terre végétale (en euros /m <sup>3</sup> ) (2)	8
Profilage des berges (en euros/m <sup>2</sup> )	3
Rectification des fronts de taille (en euros /m) (3)	16 à 35
Purge de front avec pelle mécanique (en euros/jour)	500
Enherbement (en euros /m <sup>2</sup> ) (4)	1
Plantation/boisement (forestier) (en euros /1000 pieds) (4)	7700
Pelle mécanique (en euros /j)	620
Boutteur (en euros /j)	550

(1) En cas de besoin de matériaux pour remblayage, faire une évaluation du coût, au cas par cas, en fonction de l'offre locale et prendre en compte le coût du transport.

(2) Prendre en compte le coût du transport.

(3) Selon hauteur et type de matériaux.

(4) Plus value pour accès difficiles : 50 à 100 %.

## Annexe 2 : Calculs du montant des garanties financières pour une installation de stockage de déchets classés [2720](#)

Méthode de calcul aux coûts réels

Surveillance

Travaux	Coût (HT)	Article de référence dans l'AM du 19/04/2010
Entretien de clôture	9 €/ml à raison de 1/5 ml tous les 4 ans, soit 1,8 €/ml	Article 5 (mesures générales)
Entretien de fossé	2 €/ml à raison de 1/5 ml tous les 4 ans, soit 0,4 €/ml	Article 12
Entretien installation de traitement des eaux résiduaires	1 500 €/an : comprenant la reprise des concassés en place, la fourniture et mise en place d'un nouveau lit de matériaux	Article 19
Entretien esthétique et suivi de stabilité de digue et de talus	5 000 €/ha/an de talus ou de digue avec mesure annuelle, soit 25 000 €/ha pour 5 ans déduction faite des surfaces en eau	Article 17
Analyses d'eau	150 € par point de mesure	Articles 19 et 23
Suivi piézométrique	30 € par point de mesure par campagne de mesure	Article 22

Intervention en cas d'accident ou de pollution (coût HT)

Reprise de digue ou de talus : 15 000 €/ha

Reprise de couverture (coût HT) :

	Déchets dangereux	Déchets non dangereux
de 0 à 5 ha	7 200 €/ha	4 300 €/ha
de 5 à 10 ha	5 760 €/ha	3 500 €/ha
au-delà de 10 ha	4 600 €/ha	2 800 €/ha

Les frais de dépollution éventuelle sont réputés couverts par les autres postes non utilisés au titre de la surveillance et de la remise en état après exploitation.

Remise en état après exploitation

Travaux	Coût	Article de référence dans l'AM du 19/04/2010
Pose de clôture	50 €/ml	Article 5 (mesures générales)
Création de fossé	15 €/ml pour un fossé en terre simple 40 €/ml pour un fossé sur lit de sable 90 €/ml pour un fossé en béton	Articles 12 et 13
Création d'un bassin de décantation	1000 €/ha d'impluvium	Article 13
Installation de traitement des eaux résiduaires	15 000 €	Articles 5 (dernier alinéa) et 19
Talutage	17 775 €/ha (Garanties financières 2510 (coût C3))	Article 10
Couverture	<p><u>Déchets dangereux :</u>                      Couche drainante sur 0,5 m et terre sur 0,3 m, soit 0,8 m x 4,5 €/m<sup>3</sup>                      - 36 000 €/ha de 0 à 5 ha                      - 28 800 €/ha de 5 à 10 ha                      - 23 000 €/ha au-delà                      déduction faite des surfaces en eau</p> <p><u>Déchets non dangereux :</u>                      Terre sur 0,3 m, soit 0,3 m x 4,5 €/m<sup>3</sup>                      - 21 600 €/ha de 0 à 5 ha                      - 17 300 €/ha de 5 à 10 ha                      - 13 800 €/ha au-delà                      déduction faite des surfaces en eau.                      (Application d'une décote de 80% tous les 5 ha jusqu'à 10 ha (idem GF 2510))</p>	Article 26

Méthode de calcul forfaitaire

On appliquera la formule suivante :

Garantie financière complémentaire pour le stockage = C2 x S<sub>2720</sub> x I<sub>2720</sub>)

Où :

C2 est le coefficient C2 tel que prévu dans [l'arrêté du 9 février 2004](#) relatif à la détermination du montant des garanties financières de remise en état des carrières

S<sub>2720</sub> : surface de l'installation [2720](#) en chantier pendant la période garantie

I<sub>2720</sub> : coefficient de majoration pour les installations classées [2720](#) tel que :

Type de stockage	I <sub>2720</sub>
Bassin enterré	0,40
Bassin endigué	0,30
Dépôt de surface et verse à flanc de relief	S <sub>2720</sub> ≤ 5 ha : 0,35 5 < S <sub>2720</sub> ≤ 10 ha : 0,25 S <sub>2720</sub> > 10 ha : 0,15
Verse dans une fosse	0

### Annexe 3 : Calcul du montant des garanties financières pour les installations de stockage de déchets inertes et de terres non polluées de catégorie A

Méthode de calcul aux coûts réels

Surveillance

Travaux	Coût
Entretien de clôture	9 €/ml à raison de 1/5 ml tous les 4 ans, soit 1,8 €/ml
Entretien de fossé	2 €/ml à raison de 1/5 ml tous les 4 ans, soit 0,4 €/ml
Entretien esthétique et suivi de stabilité de digue et de talus	5 000 €/ha/an de talus ou de digue avec mesure annuelle, soit 25 000 €/ha pour 5 ans déduction faite des surfaces en eau

Intervention en cas d'effondrement de verses ou de rupture de digues (coût HT)

Reprise de digue ou de talus : 15 000 €/ha

Réfection du stockage : Se référer le cas échéant aux prix unitaires indiqués [aux annexes 1](#) et [2](#).

Méthode de calcul forfaitaire

On appliquera la formule suivante :

Garantie financière complémentaire pour le stockage = C2 x SA x IA

Où :

C2 est le coefficient C2 tel que prévu dans [l'arrêté du 9 février 2004](#) relatif à la détermination du montant des garanties financières de remise en état des carrières

SA (en ha) : Surface des stockages de catégorie A en chantier pendant la période garantie.

IA : coefficient de majoration pour les installations de stockage de déchets inertes et de terres non polluées de catégorie A :

Type de stockage	I <sub>A</sub>
Bassin de boues liquides ou consolidées endigué	0,25
Dépôt de surface extérieur à la zone d'extraction et verse à flanc de relief	0,20

Ne sont pas étudiés les stockages enterrés ou verses en fosses dès lors que ces stockages ne peuvent pas causer des accidents majeurs eu égard à la nature inerte des matériaux.

## **Annexe 4 : Exemple de prescriptions relatives aux garanties financières, pour un arrêté d'autorisation d'une carrière à remise en état coordonnée à l'exploitation**

1. L'autorisation a une durée de [ ] qui inclut la remise en état.

2. La production annuelle autorisée est de [ ].

La quantité totale autorisée à extraire est de [ ].

3. Le site de la carrière porte sur une surface de [ ].

La surface maximale d'une installation de stockage de déchets classée [2720](#) en chantier est de [ ].

La surface maximale d'une installation de stockage de déchets inertes et de terre non polluées de catégorie A en chantier est de [ ].

4. La remise en état est strictement coordonnée à l'exploitation selon le schéma d'exploitation et de remise en état annexé au présent arrêté.

L'extraction de matériaux commercialisables ne doit plus être réalisée après le [ ].

La remise en état est achevée le [ ].

Chaque phase d'exploitation n est caractérisée par une surface d'exploitation de [ ] et une quantité de matériaux à extraire de [ ].

L'exploitation de la phase (n + x) ne peut être entamée que lorsque la remise en état de la phase n est terminée (x pouvant être égal à 2, 3...).

L'exploitant notifie chaque phase de remise en état au préfet.

5. La durée de l'autorisation est divisée en période quinquennale. À chaque période correspond un montant de garantie financière permettant la remise en état maximale au sein de cette période. Le schéma d'exploitation et de remise en état en annexe présente les surfaces à exploiter et les modalités de remise en état pendant ces périodes.

Le montant des garanties financières permettant d'assurer la remise en état maximale pour chacune de ces périodes est de [ ].

Le montant des garanties financières permettant d'assurer la surveillance et les interventions en cas d'accident ou de pollution pour une installation de stockage de déchets classée [2720](#) est de [ ] .

Le montant des garanties financières permettant d'assurer la surveillance et l'intervention en cas d'effondrement de versos ou de rupture de digue pour une installation de stockage de déchets inertes et de terres non polluées de catégorie A est de [ ] :

#### **6. Aménagements préliminaires et notification de la constitution des garanties financières.**

L'exploitant doit, avant le début de l'extraction, mettre en place... (cf. [art. 4 de l'arrêté du 22 septembre 1994](#)). Dès que ces aménagements ont été réalisés, l'exploitant adresse au préfet une déclaration de début d'exploitation et le document établissant la constitution des garanties financières.

**7.** L'exploitant adresse au préfet le document établissant le renouvellement des garanties financières avant le [ ] (au moins (n) mois avant leur échéance).

#### **8. Fin d'exploitation.**

L'exploitant adresse avant le [ ] (au moins six mois avant la date d'expiration de l'autorisation) une notification de fin d'exploitation et un dossier comprenant :

- le plan à jour de l'installation (accompagné de photos);
- le plan de remise en état définitif;
- un mémoire sur l'état du site.

#### **9. Modalités d'actualisation du montant des garanties financières.**

Tous les cinq ans, le montant des garanties financières est actualisé compte tenu de l'évolution de l'indice TP 01.

Lorsqu'il y a une augmentation supérieure à 15 % de l'indice TP 01 sur une période inférieure à cinq ans, le montant des garanties financières doit être actualisé dans les six mois suivant l'intervention de cette augmentation.

L'actualisation des garanties financières relève de l'initiative de l'exploitant.

**10.** Toute modification des conditions d'exploitation conduisant à une augmentation du montant des garanties financières doit être subordonnée à la constitution de nouvelles garanties financières.

**11.** L'absence de garanties financières entraîne la suspension de l'activité, après mise en oeuvre des modalités prévues à [l'article L.514-1-3° du code de l'environnement](#).

**12.** Le préfet fait appel aux garanties financières :

- soit en cas de non-respect des prescriptions de l'arrêté préfectoral en matière de remise en état après intervention de la mesure de consignation prévue à [l'article L.514-1 du code de l'environnement](#)
- soit en cas de disparition juridique de l'exploitant et d'absence de remise en état conforme au présent arrêté.

**13.** Remise en état non conforme à l'arrêté d'autorisation.

Toute infraction aux prescriptions relatives aux conditions de remise en état constitue après mise en demeure un délit conformément aux dispositions de [l'article L.514-11 du code de l'environnement](#).

## **Annexe 5 : Exemple de prescriptions relatives aux garanties financières, pour un arrêté d'autorisation d'une carrière sans remise en état coordonnée à l'exploitation**

1. L'autorisation a une durée de [ ] qui inclut la remise en état.

2. La production annuelle autorisée est de [ ].

La quantité totale autorisée à extraire est de [ ].

3. Le site de la carrière porte sur une surface de [ ].

La surface maximale d'une installation de stockage de déchets classée [2720](#) en chantier est de [ ].

La surface maximale d'une installation de stockage de déchets inertes et de terre non polluées de catégorie A en chantier est de [ ].

4. L'exploitation et la remise en état sont fixées selon le schéma d'exploitation et de remise en état annexé au présent arrêté.

L'extraction de matériaux commercialisables ne doit plus être réalisée après le [ ].

La remise en état est achevée le [ ].

5. La durée de l'autorisation est divisée en période quinquennale. À chaque période correspond un montant de garantie financière permettant la remise en état maximale au sein de cette période. Le schéma d'exploitation et de remise en état en annexe présente les surfaces à exploiter et les modalités de remise en état pendant ces périodes.

Le montant des garanties financières permettant d'assurer la remise en état de la carrière, à chacun des termes des périodes quinquennales est :

- au terme de cinq ans de [ ] pour une surface autorisée de [ ];
- au terme de dix ans de [ ] pour une surface autorisée de [ ];
- au terme de quinze ans de [ ] pour une surface autorisée de [ ].

Le montant des garanties financières permettant d'assurer la surveillance et les interventions en cas d'accident ou de pollution pour une installation de stockage de déchets classée [2720](#) est :

- au terme de cinq ans de [ ] pour une surface autorisée de [ ];
- au terme de dix ans de [ ] pour une surface autorisée de [ ];
- au terme de quinze ans de [ ] pour une surface autorisée de [ ].

Le montant des garanties financières permettant d'assurer la surveillance et l'intervention en cas d'effondrement de vers ou de rupture de digue pour une installation de stockage de déchets inertes et de terres non polluées de catégorie A est :

- au terme de cinq ans de [ ] pour une surface autorisée de [ ];
- au terme de dix ans de [ ] pour une surface autorisée de [ ];
- au terme de quinze ans de [ ] pour une surface autorisée de [ ].

6. Aménagements préliminaires et notification de la constitution des garanties financières.

L'exploitant doit, avant le début de l'extraction, mettre en place... (cf. [art. 4 de l'arrêté du 22 septembre 1994](#)). Dès que ces aménagements ont été réalisés, l'exploitant adresse au préfet une déclaration de début d'exploitation et le document établissant la constitution des garanties financières.

**7.** L'exploitant adresse au préfet le document établissant le renouvellement des garanties financières avant le [ ] (au moins (n) mois avant leur échéance).

**8.** Fin d'exploitation.

L'exploitant adresse avant le [ ] (un an avant la date d'expiration de l'autorisation) une notification et un dossier comprenant :

- le plan à jour de l'installation (accompagné de photos);
- le plan de remise en état définitif;
- un mémoire sur l'état du site.

L'exploitant adresse avant le [ ] (six mois avant la date d'expiration de l'autorisation) une notification de fin d'exploitation comprenant les mêmes éléments actualisés.

**9.** Modalités d'actualisation du montant des garanties financières : Tous les cinq ans, le montant des garanties financières est actualisé compte tenu de l'évolution de l'indice TP 01.

Lorsqu'il y a une augmentation supérieure à 15 % de l'indice TP 01 sur une période inférieure à cinq ans, le montant des garanties financières doit être actualisé dans les six mois suivant l'intervention de cette augmentation.

L'actualisation des garanties financières relève de l'initiative de l'exploitant.

**9.1.** Lorsque la quantité de matériaux extraits est inférieure à la capacité autorisée et conduit à un coût de remise en état inférieur à au moins 25 % du coût couvert par les garanties financières, l'exploitant peut demander au préfet, pour les périodes quinquennales suivantes, une modification du calendrier de l'exploitation et de la remise en état et une modification du montant des garanties financières. Cette demande est accompagnée d'un dossier et intervient au moins six mois avant le terme de la période quinquennale en cours.

**10.** Toute modification des conditions d'exploitation conduisant à une augmentation du montant des garanties financières doit être subordonnée à la constitution de nouvelles garanties financières.

**11.** L'absence de garanties financières entraîne la suspension de l'activité, après mise en oeuvre des modalités prévues à [l'article L.514-1-3° du code de l'environnement](#).

**12.** Le préfet fait appel aux garanties financières :

- soit en cas de non-respect des prescriptions de l'arrêté préfectoral en matière de remise en état après intervention de la mesure de consignation prévue à [l'article L.514-1-3° du code de l'environnement](#) ;
- soit en cas de disparition juridique de l'exploitant et d'absence de remise en état conforme au présent arrêté.

**13.** Remise en état non conforme à l'arrêté d'autorisation.

Toute infraction aux prescriptions relatives aux conditions de remise en état constitue après mise en demeure un délit conformément aux dispositions de [l'article L.514-11 du code de l'environnement](#).

Réalisé par :  
**GéoPlusEnvironnement**

**Agence Centre et Nord :**  
2 rue Joseph Leber - 45 530 VITRY-AUX-LOGES  
Tél : 02 38 59 37 19 - Fax : 02 38 59 38 14

e-mail : [geo.plus.environnement2@orange.fr](mailto:geo.plus.environnement2@orange.fr)

---

**Siège Social / Agence Sud :**  
Le Château  
31 290 GARDOUCH  
Tél : 05 34 66 43 42 - Fax : 05 61 81 62 80  
e-mail : [geo.plus.environnement@orange.fr](mailto:geo.plus.environnement@orange.fr)

**Agence Ouest :**  
5 chemin de la Rôme - 49 123 CHAMPTOCE-SUR-LOIRE  
Tél : 02 41 34 35 82 - Fax : 02 41 34 37 95  
e-mail : [geo.plus.environnement3@orange.fr](mailto:geo.plus.environnement3@orange.fr)

**Agence Sud-Est :**  
1 175 Route de Margès - 26 380 PEYRINS  
Tél : 04 75 72 80 00 - Fax : 04 75 72 80 05  
e-mail : [geoplus@geoplus.fr](mailto:geoplus@geoplus.fr)

**Agence Est :**  
7 rue du Breuil – 88200 REMIREMONT  
Tél : 03 29 22 12 68 - Fax : 09 70 06 14 23  
e-mail : [geo.plus.environnement4@orange.fr](mailto:geo.plus.environnement4@orange.fr)

Site Internet : [www.geoplusenvironnement.com](http://www.geoplusenvironnement.com)

