



ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Energie

ETUDE IEM

***Ancien site RECYLEX à SAINT SEBASTIEN
D'AIGREFEUILLE (30)***

EXTRAIT DU RAPPORT PHASE 2

N° AIX/11/086IR – PHASE 2 –VP2

ETUDE DES TAS DISPERSES SUR LE SECTEUR DE LA MINE

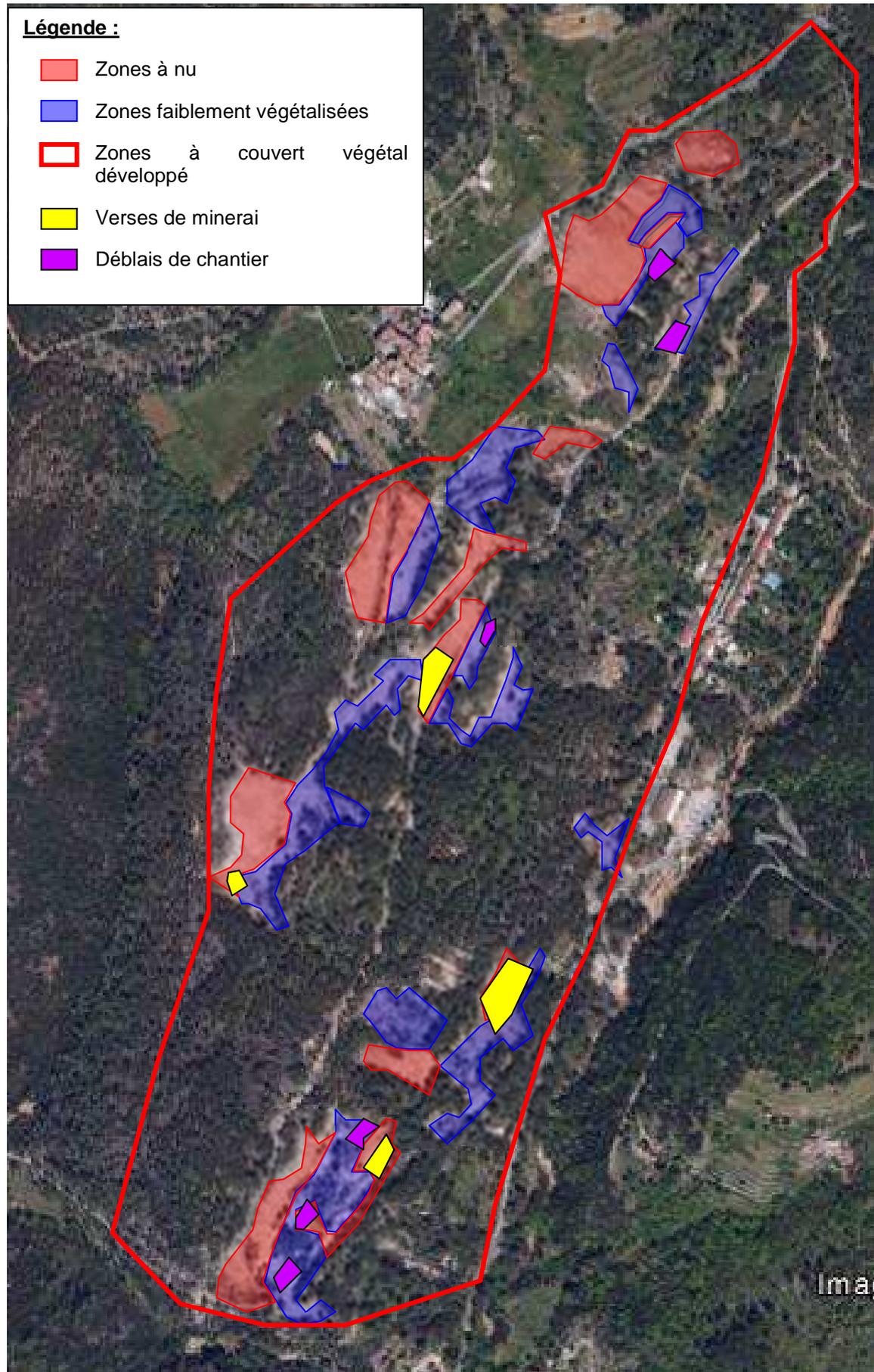
Les observations de terrains ont été réalisées sur la Zone 2 conjointement aux mesures de concentrations en métaux dans les sols superficiels à l'XRPF.

Ces observations ont permis de distinguer les différentes zones suivantes :

1. Zones à nu sans couvert végétal ;
2. Zones à faible reprise de la végétation ;
3. Zones à couvert végétal développé ;
4. Zones de versées de minerais ;
5. Zones de déblais de chantier.

La cartographie des cinq faciès identifiés sur la Zone 2 est présentée ci-après :

Figure 1 : localisation des cinq faciès identifiés



1. Zones à nu sans couvert végétal (S = 42 300 m² environ) :

L'observation des photographies aériennes ainsi que les investigations sur site ont permis de mettre en évidence des zones sur lesquelles aucune végétation n'est présente. Sur ces zones dites « à nu », le minerai extrait lors de l'exploitation à ciel ouvert est affleurant. Environ 4 secteurs représentant environ 46 600 m² sont concernés par cette absence d'essences végétales. Ces zones présentent les caractéristiques suivantes :

- Dénivelé épousant la topographie générale de la Zone 2 avec un pendage orienté vers l'Est. Les pentes sont comprises entre 30 et 50° en fonction des secteurs, elles sont généralement plus importantes dans la partie Ouest des trouées ;
- Absence de sol, la roche mère chargée en Plomb, Arsenic, Zinc et Cuivre affleure directement à ciel ouvert ;
- Fort ruissellement en période de pluie ;
- Absence totale d'espèce végétale.

Certaines zones dépourvues de végétation sont composées de versées du minerai extrait lors de l'exploitation, représentant une surface d'environ 4 300 m². Ces zones ont un très fort pendage et sont constituées de blocs décimétriques.

Malgré quelques intercalations entre les blocs d'éléments moins grossiers (graveleux à argileux), aucun horizon de sol n'y est développé et le ruissellement y est prononcé lors d'épisode pluvieux.



Zone à nu dépourvue de végétation

2. Zones à faible reprise de la végétation (S = 48 500 m² environ) :

En périphérie des zones décrites ci-dessus, et en particulier à la faveur de reliefs subhorizontaux (replats), on distingue des zones présentant un essor timide de quelques essences végétales. Aucun sol particulier n'est individualisé et le recouvrement minéral de ces zones est encore largement dominant bien que par endroit une couche de matériaux meubles (issu de l'érosion physique et chimique de la roche mère), graveleux, sableux à limoneux permette un début de colonisation par des espèces pionnières arborescentes en particulier le pin maritime (individus de petite taille $\approx 1,5$ m) et quelques herbacées. Ces zones sans pendage accumulent localement les eaux de ruissellement lors d'épisode pluvieux. Ces zones représentent une superficie totale d'environ 48 500 m².



Replats faiblement végétalisés

3. Zones à couvert végétal développé (S = 452 500 m² environ) :

La surface concernée par une végétation bien développée représente environ 452 500 m² de la superficie totale de la Zone 2. Elle présente une végétation dense constituée d'espèces arborescentes, d'espèces arbustives et d'espèces herbacées. La majeure partie de cette zone boisée correspond probablement au vestige de la végétation qui existait avant la dégradation de la Zone 2 par l'exploitation à ciel ouvert. Cette végétation spontanée s'est développée sur des zones de blocaille permettant le stockage de l'eau et le développement racinaire, contrairement aux zones de roches à nu. Les pentes peuvent être localement importantes (50°) mais les espaces végétales notamment les bruyères s'y sont tout de même développées.

Une étude réalisée par en 1999 par l'ESN Agronomique de Montpellier avait recensé les essences suivantes sur le secteur étudié :

| Famille | Nom latin (genre espèce) | Nom français |
|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Espèces arborescentes | | |
| Abiétinée | <i>Pinus maritima</i> | Pin maritime |
| Fagacée | <i>Quercus ilex</i> | Chêne vert |
| Salicinée | <i>Populus alba</i> | Peuplier blanc |
| Salicinée | <i>Populus nigra</i> | Peuplier noir |
| Salicinée | <i>Populus tremula</i> | Tremble |
| Espèces arbustives | | |
| Anacardiacee | <i>Pistacia terebinthus</i> | Pistachier térébinthe |
| Caprifoliacée | <i>Viburnum thinus</i> | Viorne tin |
| Ericacée | <i>Thymus vulgaris</i> | Callune |
| Labiée | <i>Rubus nigra</i> | Thym |
| Rosacée | <i>Rubus canina</i> | Ronce noire |
| Rosacée | <i>Rosa canina</i> | Rosier des chiens |
| Vitacée | <i>vitis</i> | Vigne vierge |
| Espèces herbacées | | |
| Acanthacée | <i>Acanthus</i> | Acanthe |
| Borraginacée | <i>Echium vulgare</i> | Vipérine vulgaire |
| Composée | <i>Helichrysum stoechas</i> | Immortelle |
| Composée | <i>Carlina</i> | Carline |
| Composée | <i>Erigeron</i> | Erigeron |
| Composée | <i>Hypochoeris radicata</i> | Porcelle enracinée |
| Composée | <i>Sonchus oleraceus</i> | Laiteron |
| Composée | <i>Teraxacum officinale</i> | Pissenlit |
| Composée | <i>Urospernum dalechampii</i> | Urosperme de Daléchamp |
| Crassulacée | <i>Sedum altissimum</i> | Sedum élevé |
| Crassulacée | <i>Sedum album</i> | Sedum balnc |
| Crassulacée | <i>Sedum reflexum</i> | Sedum réfléchi |
| Cupressacée | <i>Juniperus oxycedrus</i> | Genévier oxycèdre |
| Cyperacée | <i>Scirpus holoschoenus</i> | Scirpe en jonc |
| Euphorbiacée | <i>Euphorbia alypum</i> | Euphorbe |
| Gentianée | <i>Chlora perfoliata</i> | Chlora perfoliée |
| Globulariacée | <i>Globularia</i> | Globulaire |
| Graminée | <i>Agrostis alba</i> | Agrostis (graminée dominante) |
| Graminée | <i>Avena barbata</i> | Petite folle avoine |
| Graminée | <i>Dactylus glomerata</i> | Dactyle aggloméré |
| Graminée | <i>Holcus lanatus</i> | Houque |
| Hypericacée | <i>Hypericum perforatum</i> | Millepertuis vivace |
| Joncacée | <i>Juncus</i> | Jonc |
| Labiée | <i>Calamintha clinopodium</i> | Calament clinopode |
| Liliacée | <i>Asparagus acutifolius</i> | Asperge à feuilles aiguës |

| Famille | Nom latin (genre espèce) | Nom français |
|---------------|--------------------------|----------------------|
| Ombellifère | Tordylium maximum | Tordyle |
| Ombellifère | Anethum foeniculum | Aneth fenouil |
| Ombellifère | Daucus carota | Carotte sauvage |
| Papillonacée | Melilotus | Mélilot |
| Papillonacée | Vicia | Petite vesce |
| Plantaginacée | Plantago lanceolata | Plantain lancéolé |
| Polygonacée | Rumex acetosella | Rumex petite-oseille |
| Primulacée | Anagallis arvensis | Mouron rouge |
| Renonculacée | Clematis flammula | Clématite |
| Rubiaceée | Rubia peregrina | Garance voyageuse |
| Rubiaceée | Gallium album | Gaillet blanc |
| Rutacée | Ruta chalepensis | Rue |



Végétation naturelle

4. Zones de verses de minerais (S = 4 300 m² environ) :

En périphérie ou au droit des zones dépourvues de végétation sont présentes des tas de minerai souvent disposés en versé et constitués de blocs de roche pluridécimétriques dans une matrice sableuse d'arénisation du minerai. Ces verses présentent une très faible cohésion de leurs éléments constitutifs et peuvent présenter une instabilité de pente. La superficie approximative de ces dépôts est d'environ 4 300 m².



Verse de minerai

5. Zones de déblais de chantiers (S = 2 500 m² environ) :

Des déchargements sauvages de déchets de chantier (bétons, gravats, enrobés, plastiques, déchets de démolition, ...) sont visibles de façon éparse sur la Zone 2. La surface approximative de ces dépôts est de l'ordre de 2 500 m².



Déblais de chantier

I. INVESTIGATIONS MENEES SUR LE POTENTIEL PHYTOTOXIQUE DES SOLS

I.1. Méthodologie

Un couvert végétal permet de réduire les risques de transfert des pollutions métalliques dans les différents milieux (réduction de l'érosion par l'eau et le vent et de l'infiltration). Il est donc utile d'essayer de comprendre quels sont les freins à la reprise de la végétation sur certaines zones du site. L'étude du sol, dans ces zones où la végétation a peu évolué depuis la fin de l'exploitation minière, permet d'étayer ou d'anticiper les difficultés qu'un éventuel programme de végétalisation, proposé comme mesure de gestion de la pollution, pourrait rencontrer.

I.1.1 Stratégie d'échantillonnage et répartition des prélèvements

La stratégie d'échantillonnage a été établie afin de respecter les prescriptions suivantes :

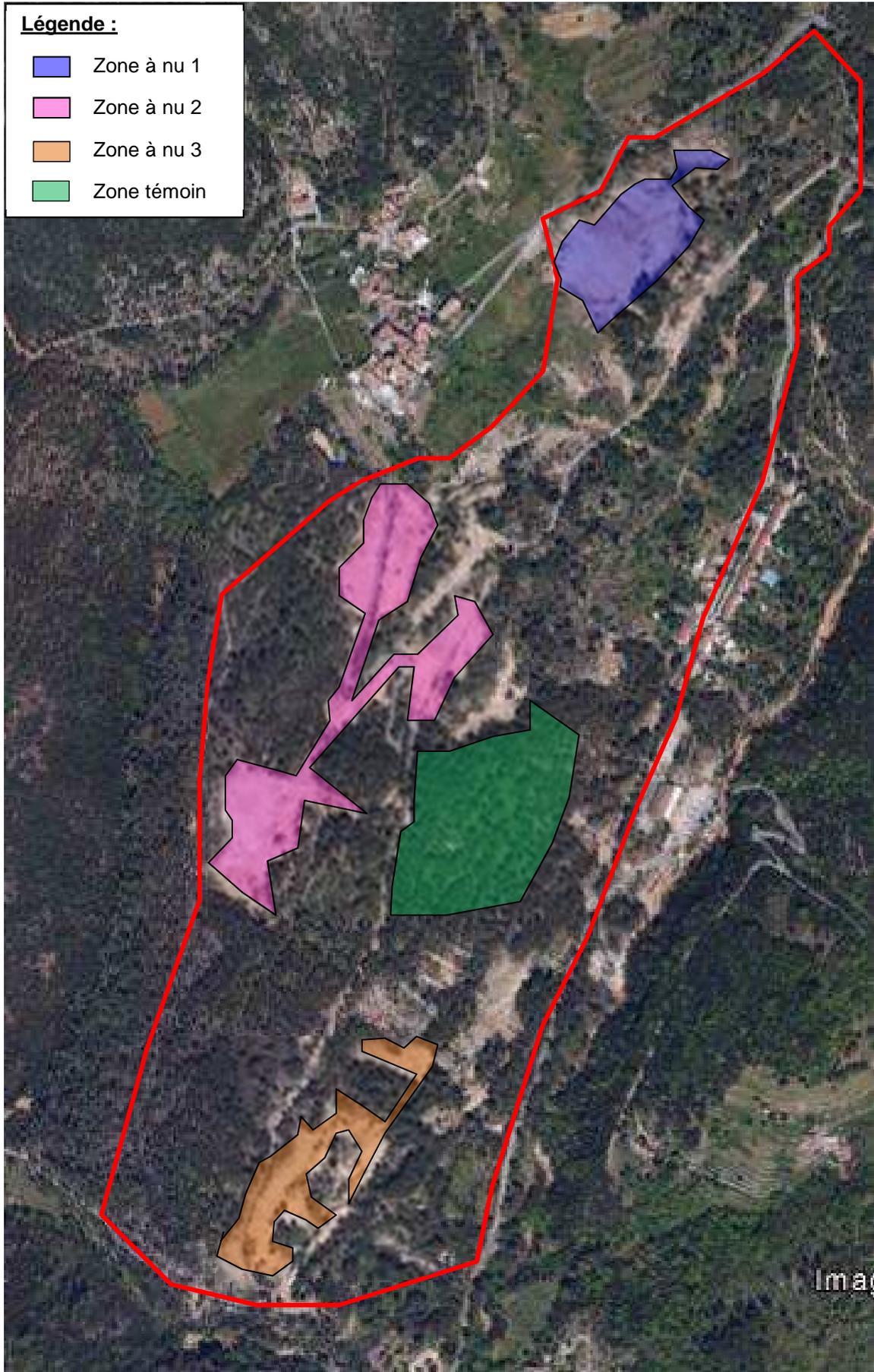
- couvrir l'ensemble des zones à nu identifiées ;
- tenir compte des différences de la nature des sols, des pentes,... afin de sélectionner les zones à nu à échantillonnées ;
- définir une zone témoin où la végétation est développée afin d'avoir un outil de comparaison des paramètres agronomiques et phytotoxiques non perturbés ;
- réaliser un échantillon composite pour environ 5 ha. Chaque échantillon composite est composé d'une quinzaine d'échantillons unitaires répartis de façon homogène sur l'ensemble de la zone à nu ou zone témoin qu'ils caractérisent ;
- les échantillons doivent être éloignés autant que possible des chemins, routes, cours d'eau ou tout autre élément susceptible de perturber les résultats d'analyses.

Au total 4 échantillons composites ont été réalisés le 24 Octobre 2011 dont 3 au niveau de zones à nu et 1 au niveau d'une zone témoin. Chaque échantillon composite représente au minimum 15 kg de terre prélevées dans les 30 premier cm de sol environ. Au vu de la réalité de terrain et notamment de zones totalement dépourvues de sol, certains échantillonnages unitaires n'ont pu être poussés qu'à 15 cm de profondeur.

L'ensemble des 4 échantillons composites a fait l'objet de test de phytotoxicité, trois d'entre eux (2 zones à nu et la zone témoin) ont fait l'objet d'analyses agronomiques.

La localisation des points de prélèvement est présentée sur la carte ci-après :

Figure 2 : localisation des points de prélèvements de sols pour les tests de phytotoxicité



I.1.2 Analyses au laboratoire

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire SADEF comme suit :

- Analyses des paramètres agronomiques :
 - Granulométrie ;
 - CEC Metson ;
 - Matière organique ;
 - pH eau ;
 - CaCO3 total ;
 - Phosphore Dyer ou JH ;
 - Bases échangeables : K, Ca, Mg, Na.

- Tests de phytotoxicité sur :
 - Un témoin SADEF ;
 - Un témoin de la zone d'étude (Zone 2) ;
 - Trois échantillons composites de terre sans végétation de la Zone 2.

I.2. Résultats d'analyses au laboratoire

Les **bordereaux d'analyses du laboratoire SADEF sur les sols concernant les résultats des tests de phytotoxicité et les résultats sur les paramètres agronomiques** sont fournis en **annexe 25**.

Le tableau ci-dessous compile les résultats obtenus sur les paramètres agronomiques pour l'échantillon témoin et les deux échantillons de terre des zones à nu 1 et 2 :

| Echantillon | | Témoïn (Valeur optimum) | Zone à nu 1 (Valeur optimum) | Zone à nu 2 (Valeur optimum) |
|-------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Texture | | Sablo-argileuse | Sableuse | Sableuse |
| Granulométrie (%) | Argile | 13,1 | 10,2 | 7,8 |
| | Limon fin | 13,9 | 6,7 | 5,5 |
| | Limon grossier | 10,9 | 5,7 | 4,5 |
| | Sable fin | 32,5 | 16,8 | 20,1 |
| | Sable grossier | 29,7 | 60,5 | 62 |
| Indice de Battance | | 0,5 Sol non battant | 1 Sol non battant | 0,9 Sol non battant |
| Stabilité structurale | | 0 | 0 | 0 |
| Capacité de rétention | | - | - | - |
| Point de flétrissement | | - | - | - |
| Etat calcique - pH | calcaire total (%) | 0 | 0 | 0 |
| | pH eau | 4,7 | 3,9 | 4 |
| | Conductivité | - | - | - |
| Matière organique | Matière organique (g/kg) | 49,7 (21) | 3,8 (22) | 4,8 (23) |
| | Carbone organique (g/kg) | 28,7 | 2,2 | 2,8 |
| | Azote total (g/kg) | - | - | - |
| | Rapport C/N | - | - | - |
| CEC | CEC Metson à pH 7 (mé/kg) | 83 | 23 | 17 |
| | CEC au pH du sol (mé/kg) | 5 | 16 | 8 |
| Complexe argilo-humique | Saturation du complexe (%) | 23,9 | 22,2 | 100 |
| | Ca ²⁺ (%) | 15,5 | 15,1 | 90,9 |
| | K ⁺ (%) | 3,1 | 3 | 1,5 |
| | Mg ⁺ (%) | 5 | 4,1 | 7,6 |
| | Na ²⁺ (%) | 0,4 | 0 | 0 |
| | H ⁺ (%) | 76,1 | 77,8 | 0 |
| Éléments majeurs | Phosphore Dyer - P2O5 (g/kg) | 0,01 (0,25) | 0,01 (0,25) | 0,01 (0,25) |
| | Potasse - K2O (g/kg) | 0,12 (0,13) | 0,03 (0,12) | 0,01 (0,12) |
| | Magnésie - MgO (g/kg) | 0,08 (0,1) | 0,01 (0,1) | 0,02 (0,1) |
| | Chaux - CaO (g/kg) | 0,36 (1,68) | 0,09 (0,47) | 0,48 (0,34) |
| | Sodium - Na2O (g/kg) | 0,01 (0,03) | 0 (-) | 0 (-) |
| | K2O/MgO (K/Mg) | 1,4 (0,6) (1 à 2 (0,4 à 0,8)) | 1,7 (0,7) (1 à 2 (0,4 à 0,8)) | 0,5 (1 à 2 (0,4 à 0,8)) |

Figure 3 : Tableau de résultats des tests de phytotoxicité

I.3. Interprétation des analyses au laboratoire

Les résultats analytiques obtenus sur les sols concernant la phytotoxicité montrent :

- L'émergence de plantules de cresson et d'orge sur les terres des zones à nu 1 et 2 et sur les terres de la zone témoin. Cette émergence est cependant nettement moins importante que sur la terre de référence SADEF¹ ;
- L'absence d'émergence de cresson et d'orge sur les terres de la zone à nu 3 ;
- Une production de biomasse (évaluation de la croissance des parties aériennes) significativement plus faible sur les plantules de cresson et d'orge développées sur les échantillons de la Zone 2 (terres à nu et témoin) que celles développées sur les terres de référence. La production de biomasse est cependant plus importante sur le témoin que sur les autres échantillons. Ce constat est d'autant plus visible sur les plantules d'orge.

Les résultats des tests de phytotoxicité montrent donc une forte phytotoxicité sur la zone à nu 3, en effet aucune plantule ni de cresson ni d'orge n'a pu germer sur ces terres. Les zones à nu 1 et 2 présentent également une phytotoxicité importante sur la germination et la production de biomasse de l'orge et du cresson par rapport à la terre de référence notamment pour la zone à nu 2. La zone témoin est celle qui présente le moins de différences par rapport à la terre de référence.

Les résultats des tests agronomiques obtenus sur les zones à nu 1 et 2 et sur la zone témoin montrent :

- La structure des différentes zones est essentiellement sableuse (sablo-argileuse pour la zone témoin). Les sols sont donc légers avec peu d'éléments fins et notamment peu d'argile ;
- Les sols sont non battant. L'eau peut ainsi être piégée dans les macro-porosités du sol et y être retenu. L'évaporation y est moins propice que sur des sols contenant des limons ;
- Une faible concentration en matière organique et en carbone organique pour l'ensemble des trois zones analysées, en particulier sur les deux zones à nu ;
- Pour la zone témoin et la zone à nu 1, le taux de saturation en cation du complexe argilo-humique (CAH) est de l'ordre de 20% caractéristique des sols acides, assez pauvres avec un pH de 4,5 à 6 ;
- Le taux de saturation en cation du CAH est en revanche pour la zone 2 de 100%, caractéristique de sols saturés, calcaires avec une salinisation importante ;
- La capacité d'échange cationique (CEC) est en revanche faible pour l'ensemble des trois zones analysées aussi les terres sont-elles pauvres en éléments, les sols sont squelettiques et donc faiblement capables de fixer les éléments nutritionnels ;
- Le rapport K_2O/MgO est optimum pour l'échantillon témoin et l'échantillon de la zone à nu 1, en revanche il est faible pour la zone à nu 2 ;
- Pour la zone à nu 2, la teneur du sol en CaO est élevée, le reste des éléments majeurs est peu présent dans ce sol en particulier Na_2O qui n'est pas présent.

Les sols de la zone témoin et des zones à nu 1 et 2 présentent donc un certain nombre de carence en éléments majeurs, ce qui les rend phytotoxiques.

Les observations de terrains et les analyses agronomiques et de phytotoxicité montrent que les principaux freins à la croissance végétale dans les sols de la Zone 2 sont :

- Un sol très léger, pauvre en argile et surtout pauvre en matière organique ;

¹ Sol standard tel que défini dans la norme XPU 44-167 de Juillet 2005 « Amendements organiques – Essai d'évaluation de l'émergence et de la croissance de plantes supérieures dans les conditions d'utilisation des amendements organiques. »

- Des pH faibles ;
- Le manque d'éléments fertilisants ;
- La faible capacité à fixer les éléments nutritionnels.

Les écarts aux conditions optimales de croissance d'un couvert végétal définis par les tests de phytotoxicité pourraient être corrigés par :

- Un renforcement des sols en matière organique par l'apport d'amendement organique de type compost ;
- Une augmentation du pH par l'apport d'amendement basique (chaulage) sous forme de carbonates fins (CaO) ;
- Un renforcement des sols en éléments fertilisants par l'apport d'une fumure de fond qui porterait sur le phosphore (ajout de phosphate naturel), le potassium (ajout de potasse) et le magnésium. A noter que le magnésium et le calcium peuvent être apportés par l'amendement basique double de Mg et Ca.

Outre ces problèmes liés aux caractères agronomiques et phytotoxiques (pH faibles et fortes concentrations en métaux) intrinsèques des sols, les facteurs les plus défavorables au développement d'un couvert végétal sont la topographie (pentes localement fortes) et surtout l'absence d'horizon de sol individualisé, la roche mère étant localement affleurante.

Aussi, l'action la plus importante pour la reprise de la végétation semble être d'une part le remodelage de certaines zones et l'écrêtement de certains front de taille afin d'adoucir les pentes et d'autre part la mise en place d'un horizon de sol par l'apport de terre végétale. Les verses de minerai stockées sur certaines zones pourraient par exemple être réutilisées comme sous-couche pour créer des banquettes dans les zones les plus pentues. Ces banquettes permettraient de réduire les ruissellements qui interviennent lors d'épisodes pluvieux parfois violents. La réduction du ruissellement et donc du ravinement permettrait de fixer les graines au sol et éviterait l'entraînement des particules de sols mis en place.

L'apport d'espèces végétales déjà présentes sur le site telles que les herbacés et les essences arborescentes (pin) et arbustive devra se faire par la mise en place d'un paillage à base de fibres végétales qui servira à :

- limiter, voire supprimer la dispersion des poussières métalliques toxiques ;
- diminuer les besoins en arrosage nécessaires à la croissance des végétaux ;
- enrichir naturellement le sol par la biodégradation des fibres végétales.

La mise en place d'un paillage est simple (fixation par agrafes), respectueuse de l'environnement et compatible avec la germination des plantes à réimplanter et présente des avantages au niveau sécurité, durabilité, coût, revégétalisation, bilan environnemental et écologique. Différents type de paillage sont compatibles, ils diffèrent par leur résistance dans le temps et leur coût.

D'autres plantes étudiées sur d'autres sites miniers de la région des Cévennes tels que le site des Avinières et présentant les mêmes problématiques pourront également être implantées telle que *Festuca arvernensis* et *Anthyllis vulneraria* qui sont tolérantes aux métaux et dont la dernière permet d'enrichir le sol en azote grâce à son association avec une nouvelle bactérie « *Mezorhizobium metallidurans* » tolérantes aux métaux lourds. L'implantation de cette plante doit donc en revanche s'accompagner de l'inoculation de son rhizobium symbiotique par enrobage des graines lors du semis.

La phytostabilisation des zones à nu de la Zone 2 doit tenir compte de la topographie et notamment des fortes pentes tout en respectant la végétation qui commence à s'installer. Les zones à nues et celles où se trouvent des déblais miniers plus instables devront être sécurisées en utilisant des géotextiles biodégradables ou paillages qui permettront de protéger les sols des facteurs érosifs, de limiter le déchaussement des pierres, de maintenir en place les semis et d'éviter l'arrachement des plantules les premières années. La végétation déjà en place sera épargnée par ces opérations de paillage. La technique de

l'hydroseeding (ou ensemencement hydraulique) pourra être utilisée pour l'implantation des semis. L'hydroseeding consiste à mettre en œuvre sur le sol une émulsion comportant eau, semences herbacées, activateur de croissance, fixateur et couverture de semis dans le but de recréer rapidement un couvert végétal durable.

Cette technique se soustrait des contraintes de mise en œuvre telles que : difficulté d'accès, portance du substrat, qualité agronomique médiocre du substrat, absence de préparation superficielle de sol.

Notons que les estimations de surface et de volume ont été réalisées au moyen d'outil cartographique, les valeurs données ci-dessus peuvent donc présenter des biais par rapport à la réalité de terrain.

C'est pourquoi avant toute initiative de gestion des zones sans couvert végétale, il sera nécessaire de réaliser un relevé de terrain par un géomètre expert :

- des surfaces impactées par une absence de couvert végétal ;
- des volumes de minerai actuellement stockés en verse et qui pourraient éventuellement être réutilisés en sous-couche au droit des zones où la roche mère minéralisée affleure, avant ajout de terre végétale avec matière organique et d'azote.

II. PROBLEMATIQUES ET RECOMMANDATIONS

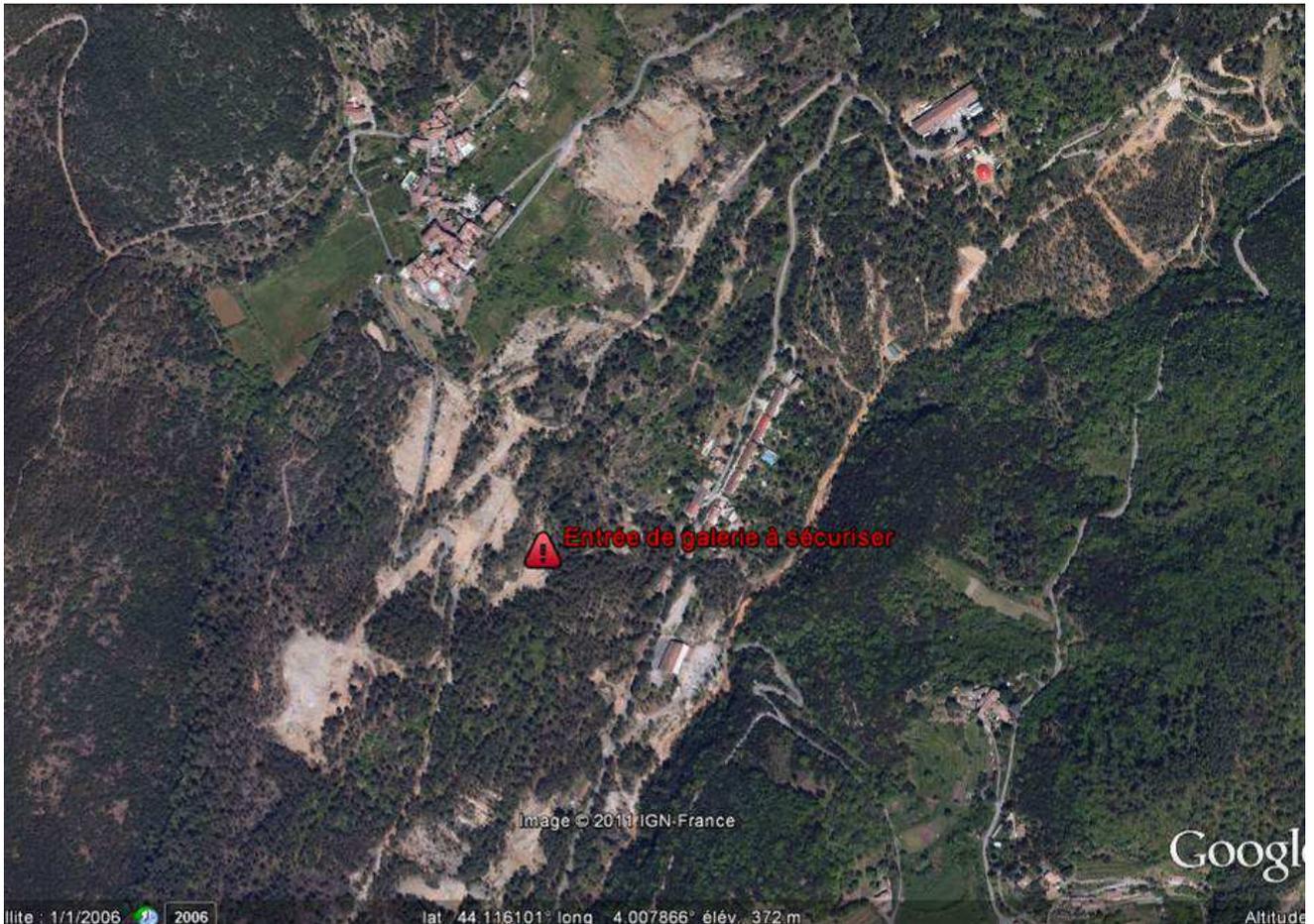
Des études complémentaires sont donc nécessaires pour mettre en œuvre des propositions de revégétalisation de chaque zone (Cf. tableau suivant). En attendant, des mesures d'urgence de sécurisation des galeries et d'interdiction d'accès à la Zone 2 doivent être prises.

| Milieux | identification | Problématiques | Superficies approximatives (détermination cartographique) | Recommandations | Etudes complémentaires | Chiffrages sommaires | Echéance |
|---|--|--|--|--|--|---|-------------|
| Mise en sécurité de la Zone 2 | | | | | | | |
| Galeries | Entrée de galerie non sécurisée (cf. localisation p.102) | <ul style="list-style-type: none"> Risque d'effondrement Risque de chute | <ul style="list-style-type: none"> ~22 m² | <ul style="list-style-type: none"> Mise en place à minima d'une signalisation (panneaux avertisseurs de danger) Mise en place de clôture de sécurité Interdiction d'accès | <ul style="list-style-type: none"> - | <ul style="list-style-type: none"> De 10 à 100 € / panneaux avertisseurs 150 à 200 € / ml pour une clôture en panneaux rigides | Immédiate |
| Recommandations sur la globalité de la Zone 2 | | | | | | | |
| Sols superficiels | | <ul style="list-style-type: none"> Concentrations élevées en métaux lourds notamment Plomb et Arsenic Risque environnemental : difficulté de revégétalisation, sols légers et acides Risque sanitaire : contact / ingestion / inhalation de poussières et de sols pollués | <ul style="list-style-type: none"> ~55 ha pour l'ensemble de la Zone 2 ~4,2 ha pour les zones à nu | <ul style="list-style-type: none"> Information du public Recouvrement ² | <ul style="list-style-type: none"> Relevé topographique de l'ensemble de la Zone 2 Mesures de poussières Plan de gestion avec définition des restrictions d'usages pour les sols avec vérification de la compatibilité de la zone avec son usage actuel (et futur ?) Etude de réhabilitation spécifique aux différentes zones identifiées (Cf. ci-après) | <ul style="list-style-type: none"> De 19 à 25 k€ en fonction de la précision De 5 à 20 k€ | Moyen terme |
| Eaux de surface | Ruissellement | <ul style="list-style-type: none"> Entrainement d'éléments particulaires et dissous chargés en métaux lourds vers le Reigous puis l'Amous | <ul style="list-style-type: none"> ~55 ha pour l'ensemble de la Zone 2 ~4,2 ha pour les zones à nu | <ul style="list-style-type: none"> Gestion des eaux de ruissellement Canalisation des écoulements superficiels vers des bassins récupérateurs Remaniement des pentes | <ul style="list-style-type: none"> Etude hydraulique sur la Zone 2 Etude géotechnique de réduction des pentes | <ul style="list-style-type: none"> Dépendant du relevé topographique des surfaces et des volumes concernés (chiffrage non disponible à ce stade) | Long terme |
| Recommandations spécifiques à chaque zone caractérisée | | | | | | | |
| Tas dispersés | Zones à couvert végétal développé | - | <ul style="list-style-type: none"> ~45 ha | <ul style="list-style-type: none"> Zones à laisser en l'état | - | - | - |
| | Zones à faible reprise de la végétation (replats) | <ul style="list-style-type: none"> Ravinements Sols pauvres en matières organiques | <ul style="list-style-type: none"> ~4,9 ha | <ul style="list-style-type: none"> Zones à revégétalisées Apport d'amendement | <ul style="list-style-type: none"> Etude de revégétalisation | <ul style="list-style-type: none"> De 800 € à 3 800 € en fonction du type de test et pour une seule espèce testée | Long terme |
| | Zones à nu sans couvert végétal | <ul style="list-style-type: none"> Absence de sol (roche minéralisée affleurante) Pentes fortes Ruissellement important | <ul style="list-style-type: none"> ~4,2 ha | <ul style="list-style-type: none"> Zones à recouvrir puis revégétaliser Apport de terre végétale Adoucissement des pentes | <ul style="list-style-type: none"> Etude de terrassement Etude de faisabilité de recouvrement par apport de terre végétale | <ul style="list-style-type: none"> Dépendant du relevé topographique des surfaces et des volumes concernés (chiffrage non disponible à ce stade) De 800 € à 3 800 € en fonction du type de test et pour une seule espèce testée | Long terme |
| | Verses de minerai | <ul style="list-style-type: none"> Pentes fortes Absence de cohésion Instabilité de pente | <ul style="list-style-type: none"> ~4 300 m² | <ul style="list-style-type: none"> Dépôts à remodeler Dépôts pouvant servir d'assise pour l'adoucissement des pentes des zones dépourvues de végétation | <ul style="list-style-type: none"> Etude de terrassement | <ul style="list-style-type: none"> Dépendant du relevé topographique des surfaces et des volumes concernés (chiffrage non disponible à ce stade) | Long terme |
| | Déblais de chantier | <ul style="list-style-type: none"> Déchets | <ul style="list-style-type: none"> ~2 500 m² | <ul style="list-style-type: none"> Caractériser les terres en vue d'une éventuelle réutilisation | <ul style="list-style-type: none"> 1 analyse d'acceptation en Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) / 400 m² | <ul style="list-style-type: none"> 175 € / analyses | Moyen terme |

² Pour la Zone 2, vis-à-vis du risque contact / ingestion / inhalation de poussières, dans un premier temps mise en place d'une interdiction d'accès à cette zone avec information du public. En fonction des résultats des études à venir (étude de recouvrement, de revégétalisation, topographique, ...) d'autres mesures de gestion environnementales et sanitaires pourront être établies.

Des entrées d'anciennes galeries de mines sont présentes sur la Zone 2. Ces entrées sont obturées à l'exception d'une formant un trou béant dans le sol et présentant un danger immédiats pour les personnes susceptibles de passer à proximité.

Ce gouffre a été identifié au niveau d'une zones dépourvues de végétation aux coordonnées GPS Lambert 3 X = 732 787 et Y = 3 202 917. Il est reporté sur la photographie aérienne ci-dessous :



Cette entrée de galerie devra faire l'objet d'une mesure de gestion afin de la sécuriser.