



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

GEODERIS

L'expert public pour les risques
liés à l'après-mine

SECTEURS D'INFORMATION SUR LES SOLS (SIS) POUR LA VALLÉE DE L'ORBIEL (PHASES 1 ET 2).

CONTEXTE

Compte tenu des activités industrielles et minières passées des anciens sites de la vallée de l'Orbiel et de l'impact de ces activités sur les sols (pollutions en particulier aux métaux, et notamment à l'arsenic identifié comme polluant traceur), la création de SIS a été engagée sur ces sites, ainsi que sur les terrains inondés à l'aval par la crue exceptionnelle de l'Orbiel d'octobre 2018 jusqu'à sa confluence avec l'Aude.

Dans sa phase 1, ce travail a d'abord porté sur les anciennes zones d'extraction, de traitement du minerai et de dépôts de résidus. Dans sa phase 2, il a porté sur la zone aval du site, notamment le long de la rivière Orbiel.

RAPPELS SUR LA MÉTHODOLOGIE D'ÉLABORATION DES SIS « APRÈS MINE »

UNE MÉTHODOLOGIE À PLUSIEURS ÉTAPES (1)

L'article L.125-6 du code de l'environnement modifié par l'article 173 de la loi ALUR, du 26 mars 2014 prévoit que l'État élabore, au regard des informations dont il dispose, des **Secteurs d'Information sur les Sols (SIS)**.

La méthodologie est présentée au sein d'un guide relatif aux Secteurs d'Informations sur les Sols en Après-mine élaboré en 2022 par la Direction Générale de la Prévention des Risques du Ministère de la Transition Ecologique *.

* : MTE (2022) - Guide sur les secteurs d'informations des sols en après mine. Version 1.0 du 29 mars 2022.

UNE MÉTHODOLOGIE À PLUSIEURS ÉTAPES (2)

1. **Collecte des résultats analytiques** : collecte et mise en forme des données disponibles sur les sols du site considéré (analyses de laboratoire, mesures pXRF).
2. **Choix des substances** : sont retenus les principaux métaux et métalloïdes caractéristiques de la minéralisation et qui sont potentiellement les plus impactants.
3. Recherche et sélection des **valeurs de fond**.
4. **Sélection des parcelles à intégrer aux projets de SIS** : parcelles où les sols présentent des teneurs en éléments potentiellement polluants (métaux et/ou métalloïdes) deux fois (voire une fois et demi pour les éléments à seuils sanitaires) supérieures aux valeurs de fond.
5. **Elimination** des parcelles avec anomalie géochimique naturelle.
6. **Extrapolation** entre parcelles avec mesures et parcelles sans mesures.

UNE MÉTHODOLOGIE À PLUSIEURS ÉTAPES (3)

7. **Regroupement de parcelles** : dans le contexte « après mine », le nombre parfois très important de parcelles concernées par les SIS, conduit à procéder à des **regroupements de parcelles** par site ou, le cas échéant, par grandes entités situées au sein d'un même site. Permet d'aboutir à **un SIS par entité de regroupement et non à un SIS par parcelles individuelles**.
8. **Import dans le portail Infosols** des parcelles ou des regroupements de parcelles à intégrer dans le projet de SIS. Les arrêtés préfectoraux SIS sont préparés par les DREAL et signés par les préfets.

LES VALEURS DE RÉFÉRENCE (VALEURS DE FOND)

Recherche et sélection des valeurs ou des gammes de valeurs qui serviront de référence ou de valeur de comparaison pour le site étudié.

Démarche qui peut être déroulée soit à **l'échelle locale du site**, soit à **l'échelle d'un territoire plus vaste**.

L'échelle du territoire s'adresse à la notion de **fond pédo-géochimique (FPG)**, celle du site à la notion **d'environnement local témoin (ELT*** ; INERIS 2017).

** : contrairement au FPG, l'ELT prend en compte les usages du milieu et est utilisé dans le cadre du volet sanitaire des études*

COMPARAISON AUX VALEURS DE FOND

Si au moins une teneur en éléments potentiellement polluants est **deux fois supérieure** à la valeur de fond alors la parcelle de terrain correspondante est intégrée au projet de SIS.

Le facteur 2 peut être abaissé à 1,5 si, pour une substance donnée, les concentrations observées sont supérieures à des seuils d'intervention sanitaires recommandés par le HCSP ou par la HAS (exemple de 100 mg/kg pour le plomb et 25 mg/kg pour l'arsenic).

SIS VALLÉE DE L'ORBIEL (PHASE 1)

OBJECTIF

Mettre en place des Secteurs d'Information sur les Sols (SIS) sur les zones d'extraction et de traitement du minerai du secteur de la vallée de l'Orbiel.

QUATRE ZONES PRINCIPALES

Quatre zones principales représentatives des lieux d'exploitation ou de traitement du minéral ont été distinguées :

Zone 1 - Les anciens sites d'extraction et de traitement du minéral de Salsigne/Villanière (MCO) et de la vallée du Grésillou. Correspond, pour l'essentiel, à l'ancienne zone principale d'extraction du minéral de la vallée de l'Orbiel (*verses, MCO, site du puits Castan, travaux de Nartau avec ancienne zone des résidus de four et plateforme Marty*) ;

Zone 2 - Les anciens sites d'extraction et de traitement du minéral de La Combe du Saut et de La Caunette :

- *principale zone de traitement du minéral et de stockage des résidus issus de l'extraction et de traitement du minéral de la vallée de l'Orbiel**;
- *ancienne zone de la mine de fer de La Caunette.*

Zone 3 - L'ancien site d'extraction et de traitement du minéral de Malabau. Il fait partie des exploitations périphériques des sites de la vallée de l'Orbiel.

Zone 4 - L'ancien site minier de Peyrebrune.

* : *usine pyrométallurgique de La Combe du Saut, unité de traitement par flottation et cyanuration de la MOS, ancienne unité de cyanuration SNC Lastours, stockages de résidus de traitement de l'Artus et de Montredon.*

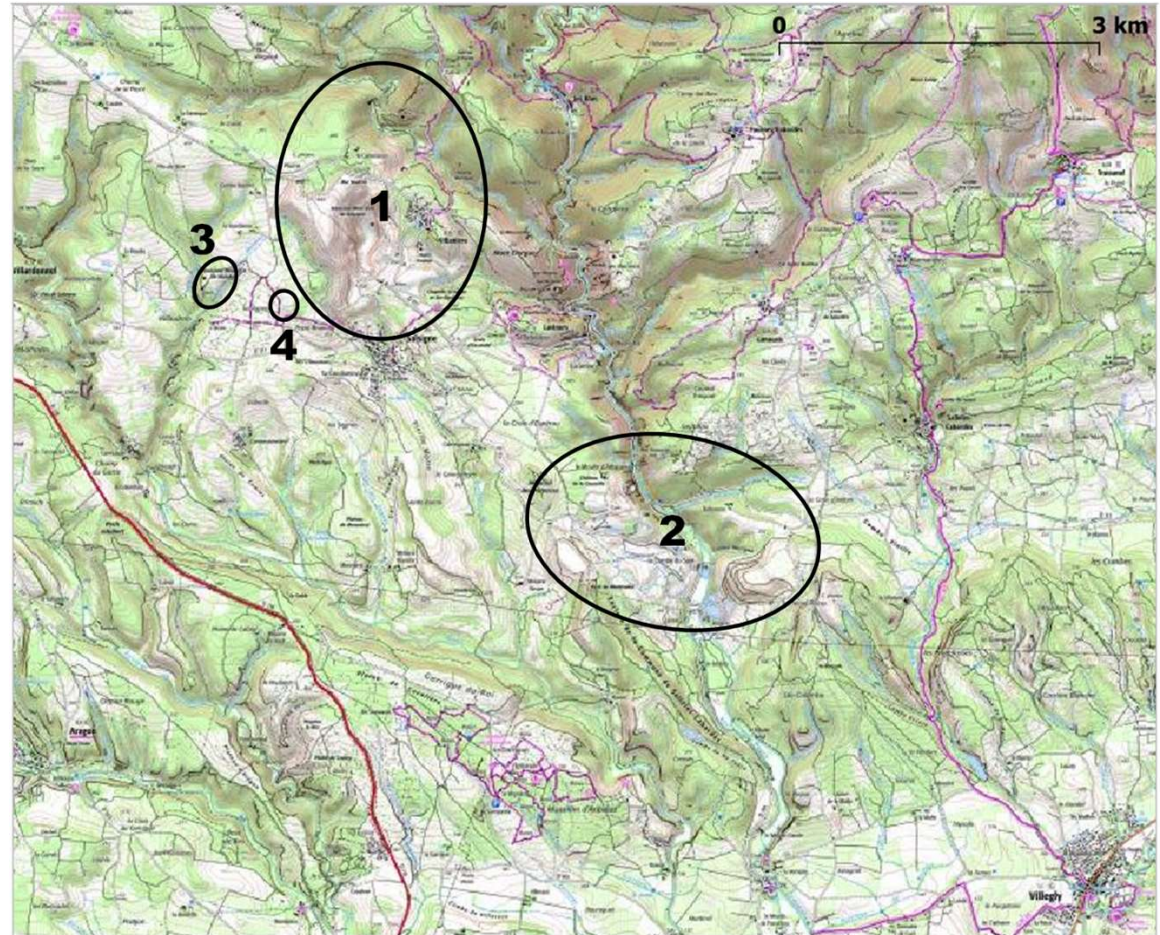
QUATRE ZONES PRINCIPALES

1 : anciens sites d'extraction et de traitement du minerai de Salsigne/Villanière (MCO) et de la vallée du Grésillou

2 : anciens sites d'extraction et de traitement du minerai de La Combe du Saut et de La Caunette

3 : ancien site d'extraction et de traitement du minerai de Malabau

4 : ancien site minier de Peyrebrune



LES VALEURS DE RÉFÉRENCE (VALEURS DE FOND)

Pour les valeurs de fond, la source de données utilisée est extraite des travaux effectués en 2020 par le BRGM , qui ont consisté à évaluer le fond pédogéochimique dans la région de l'ancien secteur minier de Salsigne.

Trois entités géologiques cohérentes (EGC) ont été distinguées : les nappes du Minervois, le domaine tertiaire et le domaine de la zone axiale.

Les gammes de valeurs de fond attribuées à chacune de ces entités sont de l'ordre de :

- 120 mg/kg et 50 mg/kg pour le domaine des nappes du **Minervois** ;
- 120 mg/kg et 50 mg/kg **pour le domaine du Tertiaire** ;
- 267 mg/kg et 250 mg/kg **pour le domaine de la zone axiale**.

IDENTIFICATION DES PARCELLES A INTEGRER AUX PROJETS DE SIS (1)

Pour la phase 1, la démarche a été basée sur des données et informations déjà existantes dans la littérature.

Les parcelles à intégrer aux SIS ont été déterminées :

- ① par croisement du parcellaire avec les zones de dépôts délimitées lors de l'Etude Détaillée des Aléas (EDA) de GEODERIS menée en 2012,
 - ② sur la base des mesures de qualité des sols effectuées lors des différentes études réalisées sur les quatre secteurs considérés.
-

IDENTIFICATION DES PARCELLES A INTEGRER AUX PROJETS DE SIS (2)

La grande majorité des zones investiguées présente des teneurs en arsenic qui dépassent largement les valeurs de fond (plus de 1,5 fois à plus de 2 fois les valeurs de fond). Les parcelles situées au droit de ces zones ou les recoupant ont donc été retenues comme des parcelles à intégrer aux projets de SIS.

Certaines parcelles qui ont fait l'objet d'un recouvrement de sol avec une terre dont les teneurs en métaux et métalloïdes sont inférieures aux valeurs de fond ont malgré tout été intégrées aux projets de SIS, les teneurs mesurées sous le recouvrement étant fortement chargées en métaux et métalloïdes.

IDENTIFICATION DES PARCELLES A INTEGRER AUX PROJETS DE SIS (3)

Par extrapolation ont été ajoutées aux projets de SIS les parcelles appartenant aux zones de sol non investiguées (absence de mesures de la qualité des sols) mais qui s'inscrivent dans la zone d'emprise des anciennes installations minières ou de dépôts. Cette démarche d'extrapolation est justifiée par les fortes teneurs en arsenic et en métaux lourds globalement mesurées dans les sols de l'ensemble des zones d'extraction et de traitement du minerai.

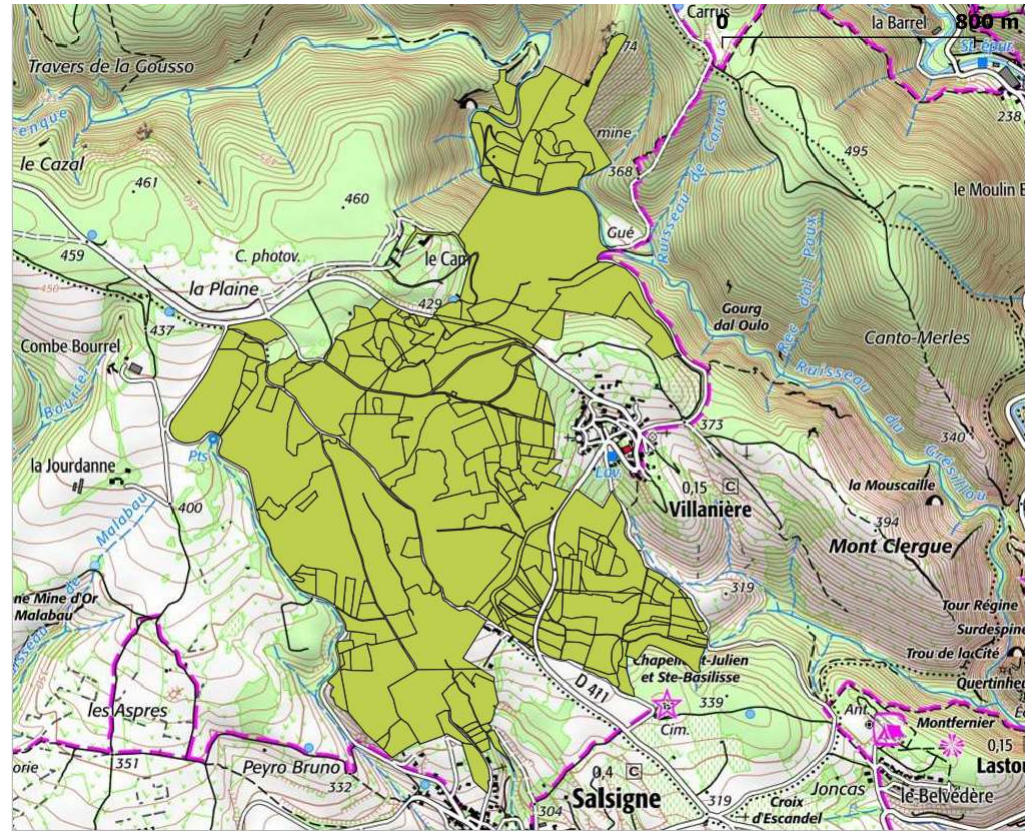
Rappel : sur les parcelles avec habitation, les extrapolations de mesures ne sont pas préconisées par le guide méthodologique, sauf exceptions.

BESOINS DE MESURES COMPLÉMENTAIRES

Au regard des résultats et des interprétations de GEODERIS d'une part et d'une information de l'ARS d'autre part, **quatre parcelles sans mesures ni prélèvements, comprenant des habitations**, et susceptibles de présenter des teneurs en métaux et métalloïdes justifiant de leur classement en SIS ont été ciblées pour la réalisation de mesures complémentaires. Deux de ces parcelles sont situées sur la commune de Salsigne, les deux autres sur la commune de Villanière. Le BRGM y réalisera des mesures in situ (mesures pXRF).

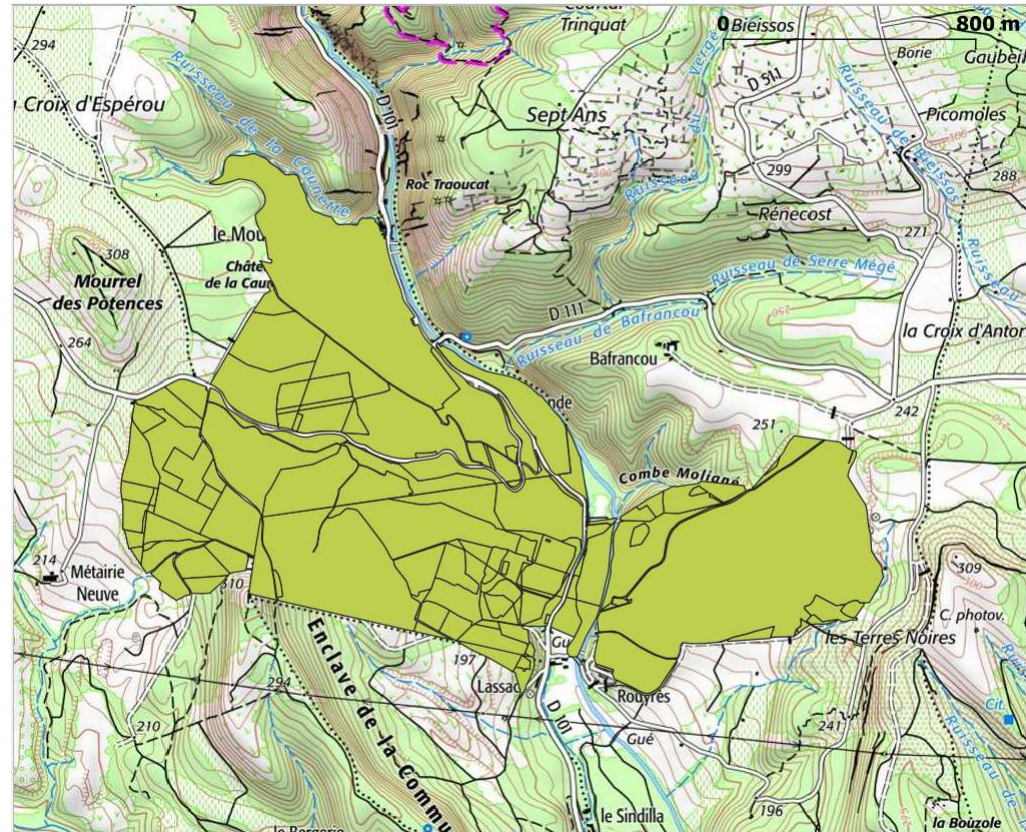
PARCELLES INTÉGRÉES AUX PROJETS DE SIS PHASE 1 POUR CHACUNE DES QUATRE ZONES RETENUES (1)

1 : anciens sites d'extraction et de traitement du minerai de Salsigne/Villanière (MCO) et de la vallée du Grésillou



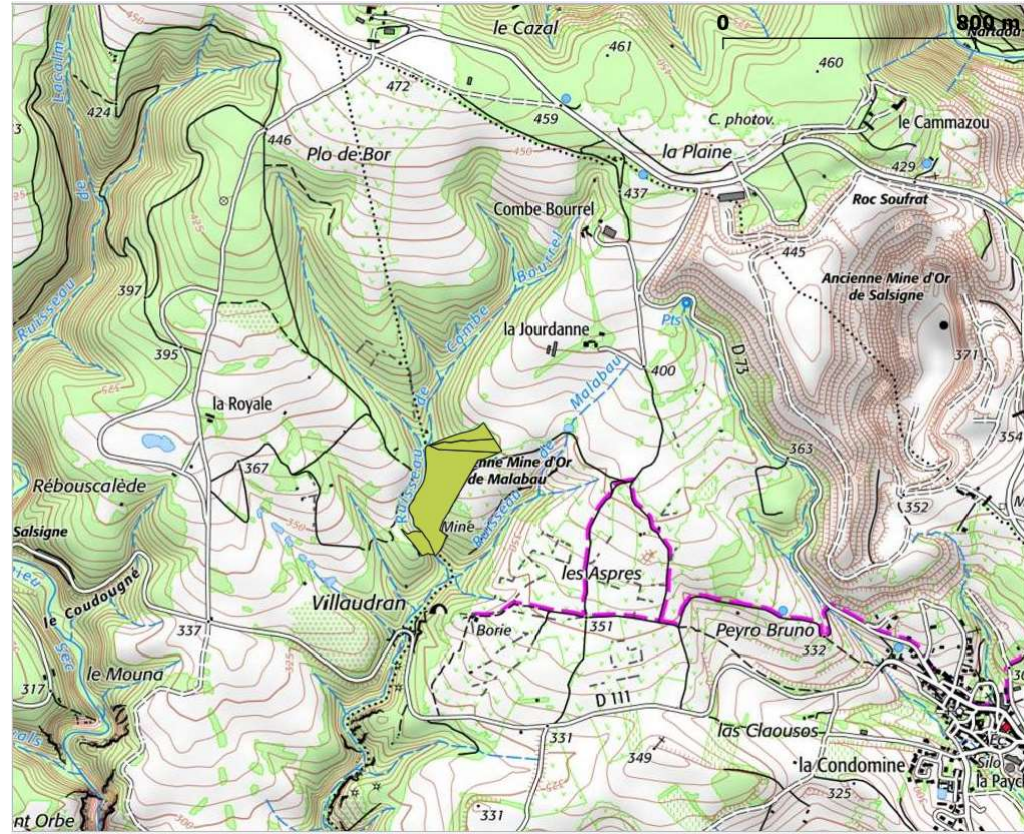
PARCELLES INTÉGRÉES AUX PROJETS DE SIS PHASE 1 POUR CHACUNE DES QUATRE ZONES RETENUES (2)

2 : anciens sites d'extraction et de traitement du minerai de La Combe du Saut et de La Caunette



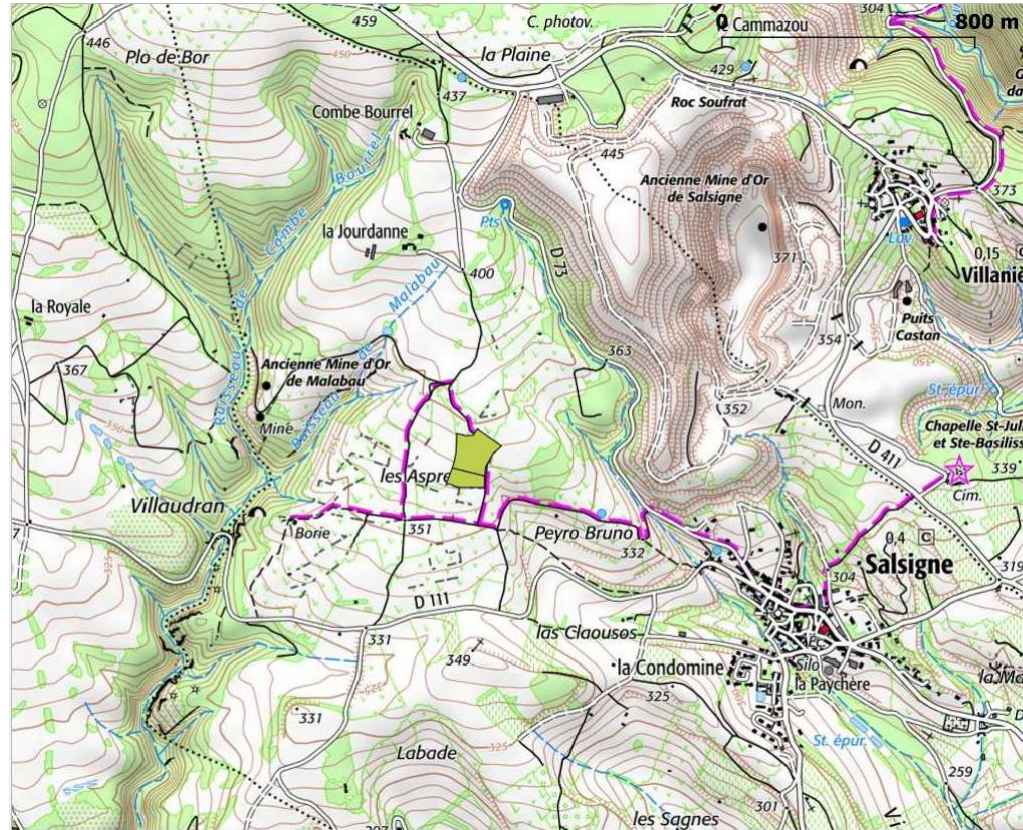
PARCELLES INTÉGRÉES AUX PROJETS DE SIS PHASE 1 POUR CHACUNE DES QUATRE ZONES RETENUES (3)

3 : ancien site d'extraction et de traitement du minerai de Malabau



PARCELLES INTÉGRÉES AUX PROJETS DE SIS PHASE 1 POUR CHACUNE DES QUATRE ZONES RETENUES (4)

4 : ancien site minier de Peyrebrune



PRINCIPALES SOURCES DE DONNÉES UTILISÉES POUR LA PHASE 1

- Dossier de récolement MOS/MINELIS de 2006 ;
 - Rapport ICF Environnement de 2006 sur l'évaluation des risques sanitaires au puits Castan ;
 - Mémoire BRGM de 2014 établi pour la fin de travaux (tranche 1) sur les sites exclus ou satellites ;
 - Mémoire BRGM de 2016 établi pour la fin de travaux (tranche 2) sur les sites exclus ou satellites ;
 - Rapports de phases 1 et 2 de l'étude d'ICF Environnement de 2007 ;
 - Compte-rendu d'opération ADEME de 2012 relatif à la mise en sécurité d'une partie du site de La Combe du Saut ;
 - Rapports MINELIS/BRGM de 2021 concernant les investigations sur Montredon ;
 - Rapport GEODERIS concernant la recherche des sources d'arsenic dans le réseau minier souterrain de la mine de La Caunette .
 - Etude de faisabilité géochimique et géotechnique réalisée par ICF Environnement pour le Conseil Général de l'Aude.
-

SIS VALLÉE DE L'ORBIEL (PHASE 2)

OBJECTIF

Par rapport à la phase 1, étendre la mise en place des SIS sur les parcelles concernées par la crue d'octobre 2018, situées en aval des zones d'extraction et de traitement du minéral.

LE CAS DES FORMATIONS ALLUVIONNAIRES

Abondance des formations alluvionnaires. Ces dernières recoupent les 3 ensembles géologiques cohérents* distingués lors d'une précédente étude sur le district aurifère de Salsigne.

Différents types d'alluvions:

- *Alluvions de très hautes terrasses (Fv)*
- *Alluvions de hautes terrasses (Fw)*
- *Alluvions des moyennes terrasses (Fx)*
- *Alluvions anciennes de basses terrasses (Fy)*
- *Alluvions modernes (Fz).*

Pour la vallée de l'Orbiel, la composition de ces alluvions a conduit à les regrouper en un même ensemble. Ils constituent une formation intégratrice des 3 ensembles géologiques cohérents ⇒ difficulté à évaluer un fond pédogéochimique sur les sols développés sur ces alluvions.

* : domaines des nappes du Minervois, de la zone axiale et du tertiaire.

LES VALEURS DE FOND (1)

Les valeurs de fond pour les sols développés sur alluvions ont été déterminées par le BRGM dans le cadre de la phase 2.

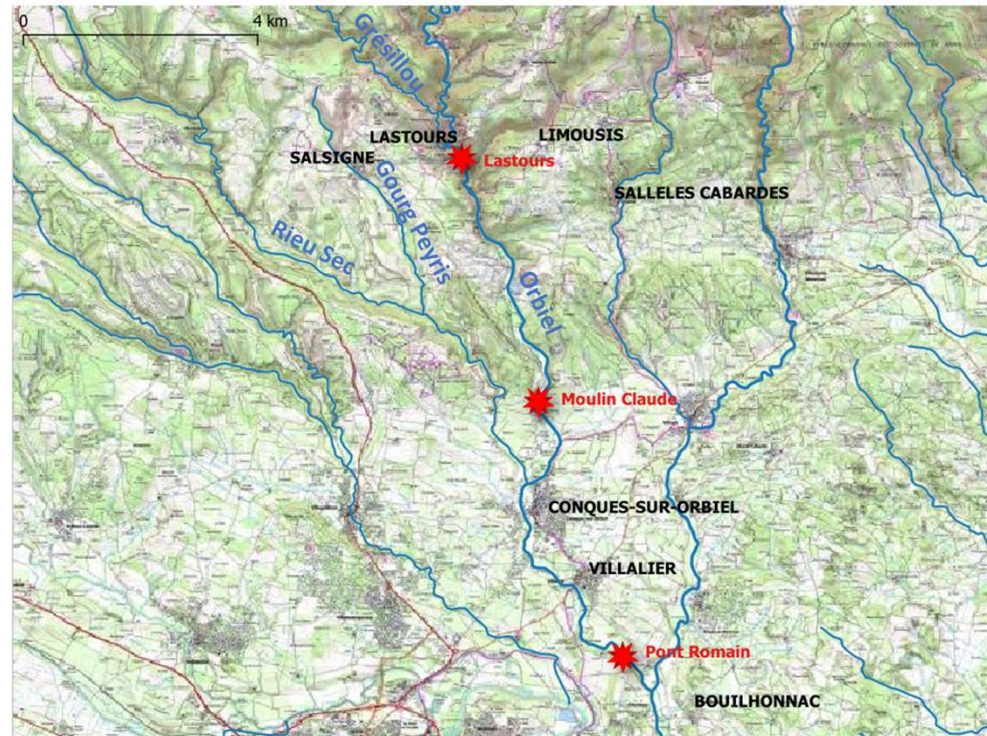
L'approche utilisée consiste à vérifier l'existence d'une relation simple entre les valeurs de fond évaluées dans les sols sur les trois grands domaines géologiques régionaux (évalués lors de la phase 1) et les teneurs mesurées dans les sols développés sur alluvions pour les bassins-versants traversant ces trois domaines.

Approche basée sur des analyses effectuées sur des sols développés sur alluvion pour un affluent de l'Orbiel (la Clamoux) non soumis à l'influence de travaux miniers.

LES VALEURS DE FOND (2)

Relation entre les valeurs de fond évaluées sur les trois grands domaines géologiques régionaux et les teneurs mesurées dans les sols développés sur alluvions : **vérifiées pour l'arsenic et le zinc**

Pour ces deux éléments l'approche a été appliquée sur **quatre tronçons identifiés dans la partie aval de l'Orbiel** : amont Lastours, Lastours - Moulin Claude, Moulin Claude - Pont Romain, et aval Pont Romain.



LES VALEURS DE FOND (3)

Les gammes de valeurs de fond ainsi calculées sur les différents tronçons sont les suivantes :

Tronçons	Gammes de valeurs proposées pour l'arsenic (mg/kg)	Gammes de valeurs proposées pour le zinc (mg/kg)
Amont Lastours	77 - 95	113 - 137
Lastours – Moulin Claude	70 - 86	115 - 124
Moulin Claude – Pont romain	59-71	103 - 114
Aval Pont romain	47-57	81 - 97

Seules les valeurs maximum de ces gammes seront utilisées en tant que valeurs de comparaison.

- ❖ Compte tenu du contexte similaire entre le secteur du Grésillou (affluent de l'Orbiel) et l'amont de l'Orbiel, il est préconisé pour l'arsenic et le zinc d'utiliser comme valeurs de fond les valeurs maximum des gammes proposées pour ces deux éléments pour le tronçon « amont Lastours ».
- ❖ Pour le Gourg Peyris (affluent du Rieu Sec), il est proposé d'utiliser les valeurs maximum des gammes proposées pour le tronçon Lastours – Moulin Claude.

LES VALEURS DE FOND (4)

Le modèle utilisé pour l'arsenic et le zinc n'est par contre pas applicable aux autres éléments (Ag, Bi, Cd, Cu, Pb, Sb) qui ne montrent pas de relation entre les valeurs de fond évaluées sur les trois grands domaines géologiques régionaux et les teneurs mesurées dans les sols développés sur alluvions.

Pour ces éléments, les valeurs de fond ont alors été évaluées par une approche statistique à partir des prélèvements effectués sur la Clamoux (cours d'eau considéré comme hors influence minière).

Éléments	Valeurs proposées (mg/kg)
Ag	0,24
Bi	1,38
Cd	0,52
Cu	144
Pb	57
Sb	1,0

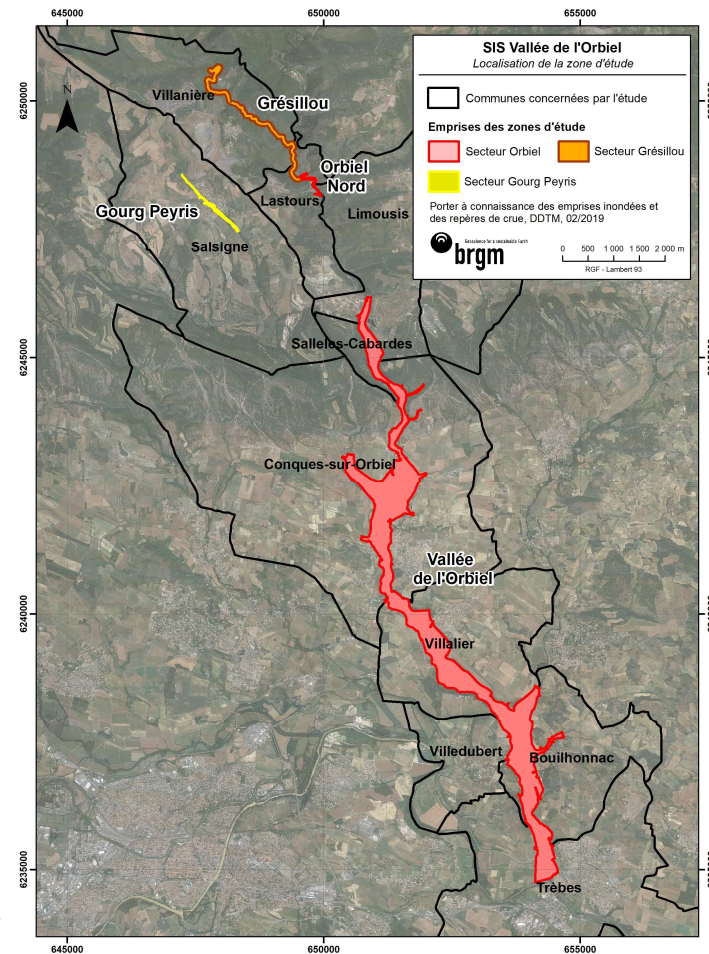
Investigations de terrain (1)

Pour la phase 2, la démarche méthodologique est basée sur des investigations de terrain spécifiquement dédiées à la mise en place de projets SIS.

Ces investigations ont été réalisées par le BRGM sur la fin de l'année 2021 et le début de l'année 2022.

La zone investiguée s'inscrit depuis le cours du Grésillou, au nord, jusqu'à la ville de Trèbes, au sud.

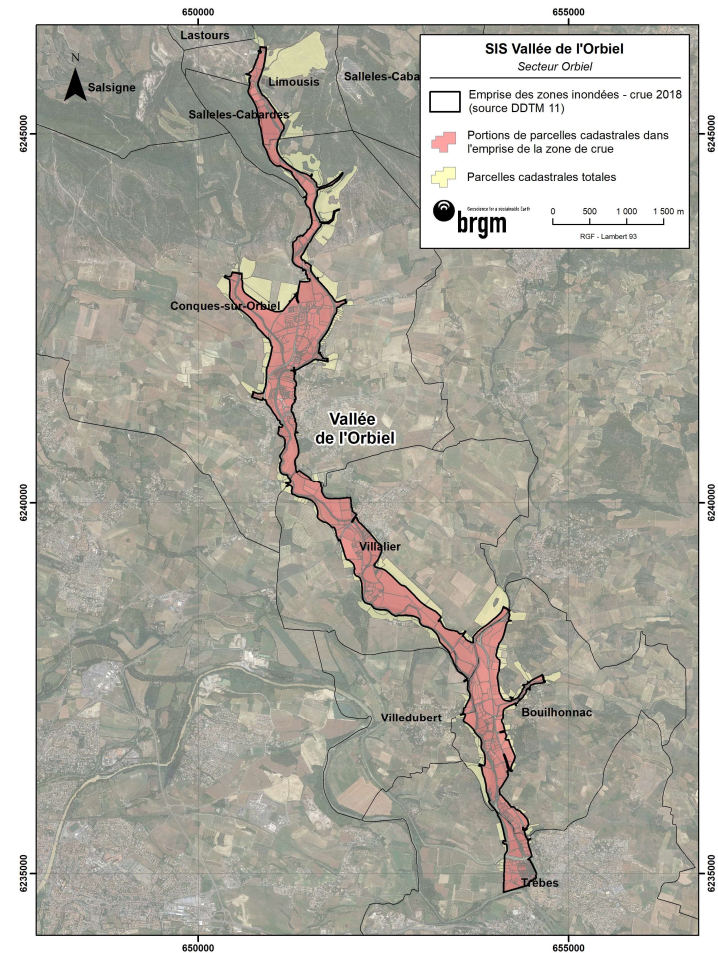
Zone d'investigations



Investigations de terrain (2)

La zone d'investigations est basée sur l'emprise des zones inondées lors de la crue de 2018.

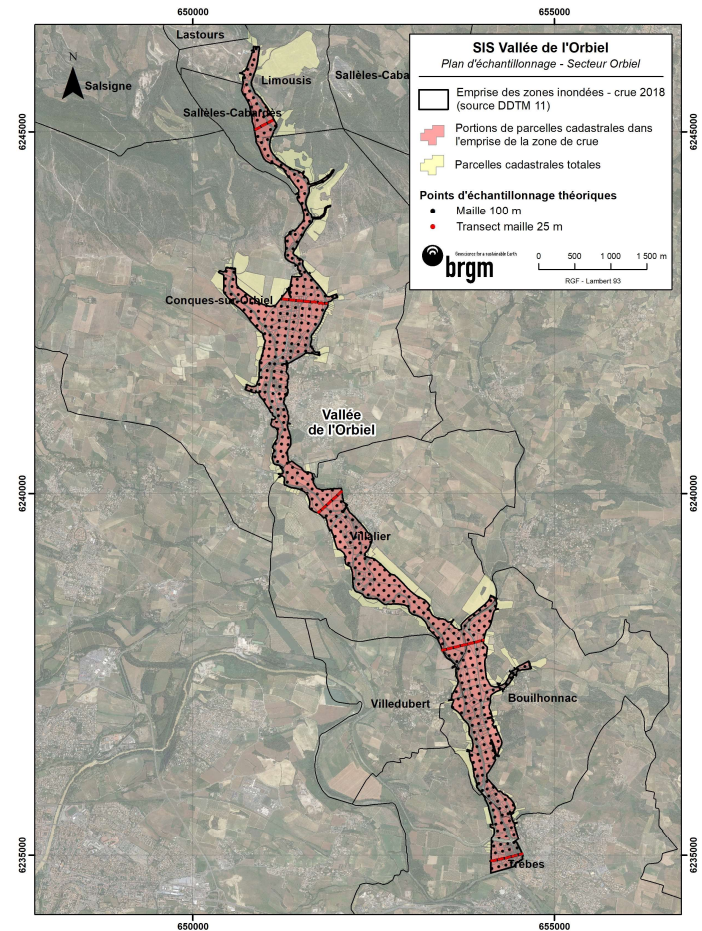
Emprise des zones inondées



Investigations de terrain (3)

Plus de 600 points de mesures réalisés le long du cours de l'Orbiel et des ruisseaux du Grésillou et de Gourg Peyris.

Plan d'échantillonnage : exemple du secteur Orbiel



IDENTIFICATION DES PARCELLES A INTEGRER AUX PROJETS DE SIS (1)

Pour les parcelles présentant un prélèvement : les teneurs mesurées en métaux et métalloïdes (As, Zn, Ag, Bi, Cd, Cu, Pb, Sb) lors de ce prélèvement sont comparées aux valeurs de fond selon la méthodologie décrite dans le guide du MTE de 2022 : valeurs de fond X 2 (ou X 1,5 si, pour une substance donnée, les concentrations observées sont supérieures à des seuils d'intervention sanitaires).

IDENTIFICATION DES PARCELLES A INTEGRER AUX PROJETS DE SIS (2)

Pour les parcelles sans prélèvement : les teneurs en métaux et métalloïdes des sols ont été évaluées par une méthode d'interpolation spatiale (krigeage) établie à partir du réseau de mesures enregistrées sur les prélèvements. Les teneurs interpolées ont ensuite été comparées aux valeurs de fond selon la même méthodologie que celle utilisée pour les parcelles avec prélèvements.

Cette comparaison n'a toutefois pu être effectuée que pour l'arsenic, le zinc et le plomb qui présentaient des krigeages permettant d'assurer une interpolation suffisamment fine des teneurs.

IDENTIFICATION DES PARCELLES A INTEGRER AUX PROJETS DE SIS (3)

Pour l'arsenic et le zinc, la comparaison aux valeurs de fond est effectuée selon les différents tronçons distingués dans le cadre de l'étude.

Pour le plomb, le cadmium, le cuivre, le bismuth, l'antimoine et l'argent , la comparaison aux valeurs de fond est effectuée indépendamment des tronçons (une même valeur de fond ayant été attribuée à l'ensemble des tronçons).

Pour le nickel et le chrome, aucune comparaison n'a pu être effectuée du fait de l'absence de valeurs de fond pour ces deux éléments.

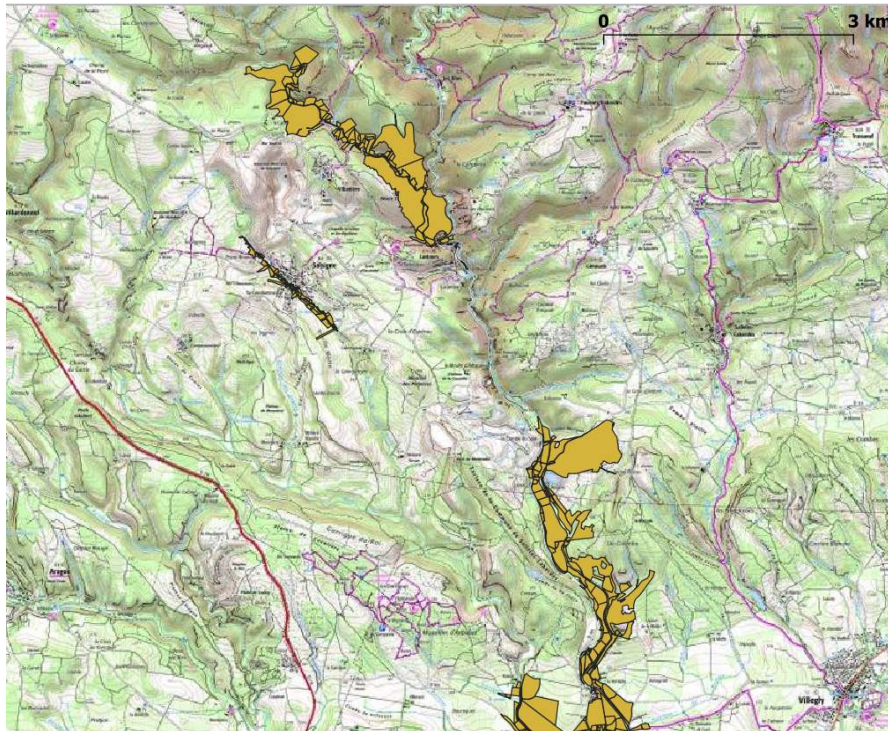
IDENTIFICATION DES PARCELLES A INTEGRER AUX PROJETS DE SIS (4)

Les parcelles contenant un prélèvement dont une des teneurs en métaux et métalloïdes du sol dépassent 2X (ou 1,5 X en cas de dépassement de seuil sanitaire) les valeurs de fond sont retenues comme parcelle SIS.

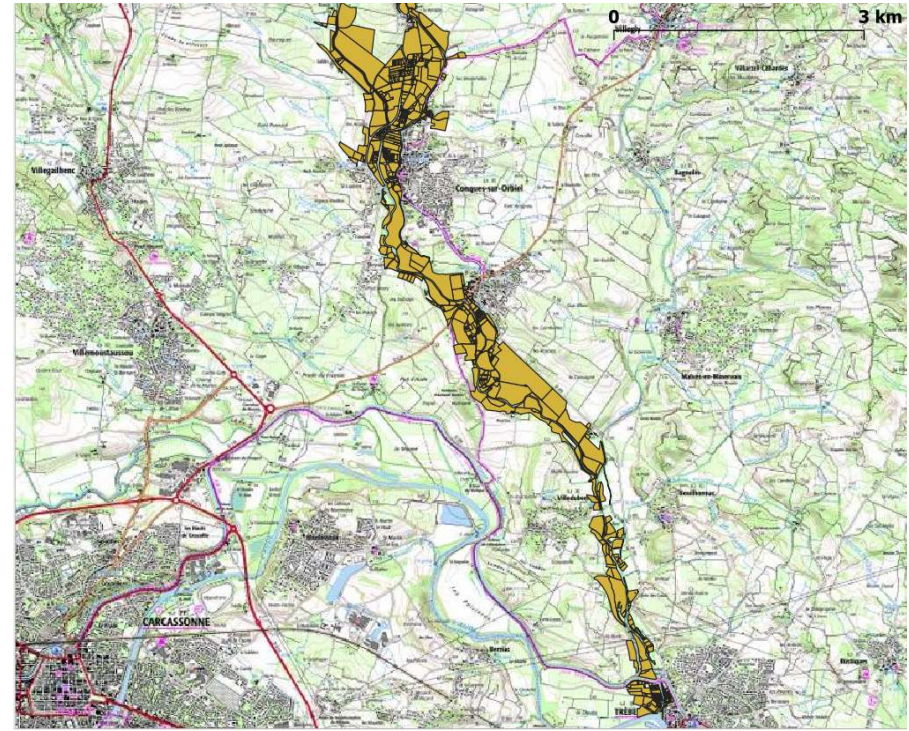
Les parcelles sans prélèvement mais qui intègrent au moins une teneur en métaux et métalloïdes interpolée et dépassant de 2X (ou 1,5 X en cas de dépassement de seuil sanitaire) les valeurs de fond sont également retenues comme parcelle SIS.

PARCELLES INTÉGRÉES AUX PROJETS DE SIS PHASE 2

Sur les 1606 parcelles concernées par la zone de crue, 71 % (1139) sont retenues en SIS



Partie Nord



Partie Sud